PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 7. 1. Januar 1902. 3. Jahrgang.
Redaktionsschluss für No. 8 am 7. Januar 1902.

INHALT.

Originalmitteilungen:
W. B. v. Czudnochowski, Eine Beobachtung einer empfindlichen Entladungsform in Gasen. S. 129.
E. Riecke, Schwebungen bei erzwungener Schwingung. S. 130.
K. Fehrle, Über die Radioaktivität des Thoriumoxyds. S. 130.
G. Kucera und K. Forch, Über das optische Brechungsverhältnis einiger Flüssigkeiten bei tiefen Temperaturen. S. 132.
L. Grunmach, Volumenänderung des Quecksilbers beim Übergang aus dem starren in den flüssigen Zustand und thermische Ausdehnung des starren Quecksilbers. S. 134.

Vorträge und Diskussionen von der 73. Naturforscherversammlung zu Hamburg:
F. Neesen, Zur Blitzableiterfrage. S. 136.
J. Classen, Über ein Photometer zur Messung der Helligkeitsverteilung in einem Raume ohne Zuhilfenahme einer Zwischenlichtquelle. S. 137.
B. Walter, Über die Haga- und Windschen Beugungsversuche mit Röntgenstrahlen. S. 137.
F. Braun, Über drahtlose Telegraphie. S. 143.
E. Goldstein, Über die durch Strahlungen erzeugten Nachfarben. S. 149.

Besprechungen:
M. Chassagny, Cours élémentaire de Physique. S. 151.
W. F. Wislicenus, Astronomischer Jahresbericht. S. 151.

Eingegangene Schriften. S. 152.
Tagesereignisse. S. 152.
Personalien. S. 152.
Berichtigungen. S. 152.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Eine Beobachtung einer empfindlichen Entladungsform in Gasen.

Von W. Biegon von Czudnochowski.

Gelegentlich anderer Versuche habe ich beim Auspumpen einer Vakuumröhre mit zwei, symmetrisch zur Anode gelegenen, aber verschiedenen Kathoden eine eigentümliche bei einem bestimmten Verdünnungsgrade sich zeigende Empfindlichkeit der Entladung gegen äussere Einflüsse beobachtet.

Die betreffende Vakuumröhre bestand aus zwei Kugeln von je 60 mm Durchmesser, welche durch ein 120 mm langes Rohr von 10 mm Aussendurchmesser miteinander in Verbindung stehen und ineinander parallelen Ansätzen die beiden Kathoden enthalten, von welchen die eine eben, die andere konkav, aber von gleichem Durchmesser wie erstere ist. Die Anode befindet sich in einem 40 mm langen, in der Mitte des Verbindungsrohres zwischen den beiden Kugeln und senkrecht zu diesem angeschmolzenen Ansatz; die Richtung der Kathodenstrahlung ist ebenfalls senkrecht zur Mittellinie dieses Verbindungsrohres.

Lässt man nun während des Pumpens die Entladung in der Weise hindurchgehen, dass die beiden Kathoden als solche parallel geschaltet sind und das Verbindungsrohr mit positivem Lichte erfüllt erscheint, so verzweigt sich die Entladung zunächst gleichmässig, und beide Seiten des Rohres erscheinen gleichhell; bei einem bestimmten Verdünnungsgrade wird aber die eine Rohrhälfte vollkommen dunkel, die Entladung geht allein durch die ebene Kathode. Berührt man bei diesem Zustande in der Nähe der Hohlkathode das Glas, so hat dies ein augenblickliches Überspringen der gesamten Entladung in den vorher dunklen Schenkel zur Folge, bei Aufheben der Berührung erfolgt sofortiges Zurückspringen. Pumpt man etwas weiter, so genügt es, wenn man der Röhre sich nur nähert oder von ihr sich auf $\sim$ 1,5 m entfernt, um das gleiche Hin- und Herspringen der Entladung aus dem einen in den anderen Zweig zu veranlassen. Bei weiterer Druckverminderung erscheint auch in dem vorher dunkeln Zweig des Rohres wieder Licht, von genau gleicher Schichtenzahl und Schichtdicke, wie das in dem anderen, aber weit geringerer Helligkeit; letztere nimmt bei fernerem Pumpen allmählich zu (die Zahl der Schichten ab), bis schliesslich, wenn in jeder Hälfte des Rohres acht Schichten sichtbar sind, beide Seiten wieder genau gleichhell erscheinen. Bei Verschlechterung des Vakuums tritt mit Vermehrung der Schichtenzahl auch wieder eine Helligkeitsdifferenz in dem vorbeschriebenen Sinne ein.

Die letzterwähnten Veränderungen der Entladung kann man wohl als in Übereinstimmung mit den Versuchsergebnissen des Herrn Wehnelt[1]) ansehen: da die beiden Kathoden gleichen Durchmesser haben, so wirkt bei tiefen Drucken die Hohlkathode wie eine zweite der ersten ganz gleiche ebene Kathode.[2]) Entladungen von weit grösserer Empfindlichkeit hat Tesla beobachtet.[3])

1) Strom- und Spannungsmessungen an Kathoden in Entladungsröhren. Habilitationsschrift. Leipzig, S. Hirzel. 1901. Diese Zeitschr. 2, 334, 1901.
2) A. Wehnelt, l. c. S. 15.
3) Nikola Teslas Untersuchungen u. s. w. Zusammengestellt von Martin. Deutsch von Maser. Halle a. S., W. Knapp. S. 226–230, 1895.

Berlin, Oktober 1901.

(Eingegangen 22. November 1901.)

Schwebungen bei erzwungener Schwingung.

Von Eduard Riecke.

Man hänge ein Gewicht von etwa 2 kg an einem Drahte von etwa 30 cm Länge auf; an dem Gewichte befestige man ein Fadenpendel mit einer möglichst leichten Kugel, dessen Periode nahezu dieselbe ist, wie die des von dem 2 kg-Gewichte gebildeten Pendels. Man gebe nun dem letzteren Pendel einen leichten Stoss, so dass es in eine kaum merkliche Bewegung gerät. Das Fadenpendel kommt in Schwingungen, die von einer anfangs ganz kleinen Weite bis zu einem Maximum der Amplitude wachsen, wieder bis zu verschwindender Amplitude abnehmen, wieder anwachsen und so fort; man erhält so die ausgeprägtesten Schwebungen, bei welchen die maximale Amplitude leicht über einen rechten Winkel hinausgehen kann, während das 2 kg-Gewicht nur um wenige Millimeter hin- und herschwankt.

Die Erklärung der Erscheinung liegt in der Theorie der erzwungenen Schwingungen. Die von dem oberen Pendel auf das Fadenpendel ausgeübte periodische Kraft sei durch den Ausdruck $F \cdot \sin 2\pi \frac{t}{V}$ gegeben. Die Periode der freien und nicht gedämpften Schwingung des Fadenpendels sei T; der Grenzwert von T, für welchen die Bewegung des Fadenpendels infolge der Dämpfung eine aperiodische wird, sei Θ; die Masse des Fadenpendels sei m. Beim Beginne der Bewegung sei das Fadenpendel in Ruhe, also sowohl sein Ausschlag x, als seine Geschwindigkeit $\frac{dx}{dt}$ gleich Null. Durch die äussere Kraft wird gleichzeitig eine erzwungene und eine freie Schwingung des Fadenpendels erregt. Der allgemeine Ansatz für den Ausschlag ist daher:

$$x = f \sin\left(2\pi \frac{t}{V} - \varepsilon\right) + A e^{-2\pi \frac{t}{\Theta}}$$
$$\times \sin\left(\frac{2\pi}{T}\sqrt{1 - \frac{T^2}{\Theta^2}}\, t - \alpha\right)$$

Hier ist:

$$f = \frac{F\,\Theta\,V}{8\pi^2 m \sqrt{\frac{\Theta^2 V^2}{4}\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{V^2}\right)^2 + 1}}.$$

Soll für $t = 0$ sowohl x als auch $\frac{dx}{dt}$ verschwinden, so muss:

$$A = \frac{F\,\Theta\,T}{8\pi^2 m \sqrt{\frac{\Theta^2 V^2}{4}\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{V^2}\right)^2 + 1}}$$
$$\times \sqrt{1 - \frac{T^2}{\Theta^2}},$$

sein. Für das Verhältnis zwischen der Amplitude der erzwungenen und der Amplitude der freien Schwingung ergiebt sich somit:

$$f : A = V : \frac{T}{\sqrt{1 - \frac{T^2}{\Theta^2}}}.$$

Ist die Dämpfung klein und ist V nahezu gleich T, so ist auch f nahezu gleich A, in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Beobachtung.

(Eingegangen 28. November 1901.)

Über die Radioaktivität des Thoriumoxyds.

Von Karl Fehrle.

Wie Rutherford[1]) fand, sendet das Thoroxyd zwei Arten von Strahlung aus. Die eine sehr durchdringende, von ihm „Emanation" genannt, scheint hauptsächlich die von ihm gefundene sekundäre Radioaktivität hervorzurufen. Die Erscheinung der sekundären Radioaktivität spricht dafür, dass die Emanation in einer Überführung von Partikeln besteht. Untersuchungen hierüber haben mir weitere Bestätigungen dieser Annahme geliefert. Über diese Versuche soll nun berichtet werden.

Wurde ein Aluminiumstreifen 9,7 × 5,4 cm parallel der kürzeren Seite durch Ritzen in 11 gleiche Streifen geteilt, und in der Weise, wie Fig. 1 zeigt, dem Thoroxyd exponiert, so waren die Stärken der Radioaktivität der einzelnen Streifen, die des ersten mit 1 bezeichnet, von links nach rechts 1 1,1 1,9 2,9 4,3 3,5 2,9 1,8 1,1 0,9 0,5. Das Maximum der Radioaktivität war hierbei erreicht. Aus den Zahlen ist zu schliessen, dass die Partikel von dem positiv geladenen Kasten nach der Mitte zu abgestossen werden, und ferner, wegen der kleinen Radioaktivität der Randstreifen, dass keine Partikel neben der Platte durchdiffundieren, diese Versuchsanordnung vorausgesetzt.

Thatsächlich zeigt auch die von dem Thoroxyd abgewendete Seite einer Platte nur geringe Radioaktivität im Vergleich mit der Radioaktivität auf der zugewendeten Seite, wenn sie wie die des ersten Versuchs aktiviert wird.

Wurde ein Messingdraht in einen Messingcylinder, auf dessen Boden sich das Thoroxyd befand, luftdicht eingesetzt, und mit dem Elektrometer verbunden, während der Cylinder konstant auf 100 Volt geladen war, so betrug der Ausschlag anfänglich 173 Skalenteile in 2 Minuten und stieg in 16 Stunden auf 206 Sk. in 2 Minuten. Nach Entfernung des Thoroxyds betrug er noch 30 Sk. Mit einem neuen Drahte ergab sich überhaupt kein Ausschlag. Daraus geht hervor, dass der ganze Zuwachs von den am Drahte kondensierten Partikeln her-

1) Rutherford, Phil. Mag. **49**, 161 ff., 1900.

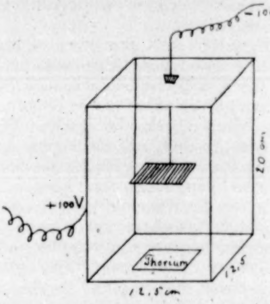


Fig. 1.

rührte, dass also ausser diesen keine radioaktiven Partikel entstanden waren.

Rutherford zeigte, dass diese Partikel Teile einer neuen, im Thoroxyd enthaltenen Substanz sind.[1]) Ich habe nun gezeigt, dass diese Substanz vor dem Vorgange der Emanation sich chemisch verändert. Während nämlich die sekundär induzierten Partikel von Salzsäure gelöst werden, wie Rutherford zeigte[2]), wird die die Emanation bedingende Substanz von Salzsäure nicht angegriffen. Die Radioaktivität derselben Menge Thoroxyd änderte sich nämlich nicht, wenn sie mit Salzsäure behandelt und getrocknet wurde. Immerhin könnte eine kleine Menge der Substanz in Lösung gegangen sein, ohne dass dadurch die Radioaktivität des Ganzen merklich geschwächt wurde. Auch das ist nicht der Fall. Es wurden nämlich hintereinander drei Auszüge mit ein- und derselben Salzmenge mit immer dem gleichen Quantum HCl gemacht, nachdem jedesmal das Salz wieder gewaschen und getrocknet worden war. Die Rückstände der drei Salzsäuremengen zeigten folgende Radioaktivitäten, wenn wir die erste mit 100 bezeichnen: 100 26 5. Die Radioaktivität des Salzes blieb dieselbe. Sie können also nur von der sekundären Radioaktivität herrühren, die das Salz in sich selbst induziert hat, denn bei Annahme einer Lösung der die Emanation bedingenden Substanz wäre nicht einzusehen, warum beim dritten Auszuge nichts mehr davon gelöst wird, wo doch die Radioaktivität des Ganzen ungeschwächt fortdauert. Diese letztgenannte Substanz unterscheidet sich also in ihrem chemischen Verhalten von der sekundär induzierten. Man kann annehmen, dass sie ein in beständiger Zersetzung begriffenes Salz ist. Der eine Teil des Zersetzungsproduktes würde dann die Emanation und damit die sekundäre Radioaktivität bedingen.

1) Diese Zeitschr. **2**, 429, 1901.
2) Rutherford, Phil. Mag. **49**, 189, 1900.

Werden die Partikel durch Erhitzen gezwungen, sich von dem aktivierten Körper zu entfernen, so verlieren sie damit nicht die Eigenschaft, einen dritten Körper radioaktiv zu machen. Damit ist also eine tertiäre Radioaktivität hergestellt, deren Möglichkeit bereits von Dorn[1]) konstatiert wurde. Wurde ein radioaktiver Platindraht luftdicht und isoliert in einem Messingcylinder ausgespannt, und mit dem Elektrometer verbunden, während der Cylinder ein konstantes Potential von 100 Volt erhielt, so betrug der Ausschlag anfänglich 237 Sk. in 2 Minuten. Wurde der Draht jetzt durch einen Strom von 20 Amp. 2 Minuten geglüht, so blieb der Ausschlag nahe derselbe. Nach Einsetzen eines inaktiven Drahtes in den Cylinder betrug er 97 Sk. in 2 Min. Der Cylinder war also etwa halb so stark radioaktiv geworden, wie der Draht ursprünglich.

Dagegen fand ich, dass die Temperatur der flüssigen Luft auf die Ausgabe der Partikel ohne Einfluss ist. Ein isoliert in einen Messingcylinder hineinragender radioaktiver Draht wurde in der Art, wie Fig. 2 zeigt, in ein Dewar-

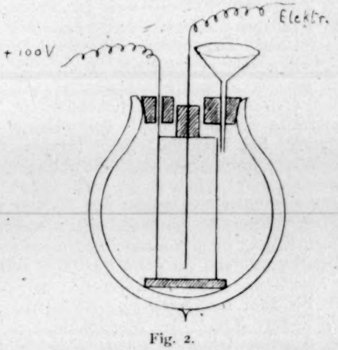


Fig. 2.

sches Gefäss gestellt, und die Radioaktivität gemessen, wenn der Cylinder mit gewöhnlicher Luft und flüssiger Luft gefüllt war. Die Ausschläge in beiden Fällen betrugen 142 und 2 Sk. Dass hier lediglich Absorptionswirkung in Betracht kommt, geht daraus hervor, dass eine radioaktive Platinplatte, die in flüssiger Luft lag, in der gesetzmässigen Zeit ihre Radioaktivität verlor.

Wurde der Draht durch einen inaktiven ersetzt, und Thoroxyd auf den Boden des Cylinders gebracht, und dann flüssige Luft in das Dewarsche Gefäss gegossen, aber so, dass sie den Cylinder nur von aussen bespülen konnte,

1) Dorn, Beibl. **24**, 1343, 1900.

so blieb der Ausschlag in den ersten 3 Minuten konstant, fiel aber dann allmählich auf 0,35 des Ganzen, wo er konstant blieb, bis noch weitere Luft hinzugegossen wurde, was ein nochmaliges Fallen der Radiation zur Folge hatte, so dass der Ausschlag $^1/_4$ des Ganzen wurde. Aus diesen Daten geht hervor, dass die Radiation mit der nach und nach erfolgenden Verdichtung der Luft im Cylinder kleiner wurde, während sie von der Temperatur unbeeinflusst blieb.

(Eingegangen 12. Dezember. 1901.)

Über das optische Brechungsverhältnis einiger Flüssigkeiten bei tiefen Temperaturen.

Von Gottlieb Kučera und Carl Forch.

Die Messungen der Dielektrizitätskonstante von Flüssigkeiten bei sehr tiefen Temperaturen führten zu dem bemerkenswerten Resultate, dass bei der Temperatur der flüssigen Luft diese Konstante kleine, zwischen 2 und 3 liegende Werte annimmt, so dass die Maxwellsche Regel (Dielektrizitätskonstante gleich dem Quadrate des Brechungsverhältnisses) scheinbar von allen gemessenen Flüssigkeiten im festen Zustande erfüllt wird. Nun ist aber der Gang der DK mit der Temperatur bei verschiedenen Flüssigkeiten sehr verschieden, so dass sie sich danach deutlich in zwei Klassen scheiden lassen. Bei den ersteren, wie Schwefelkohlenstoff, Toluol, Ricinus- und Olivenöl, bei welchen die DK auch bei gewöhnlichen Temperaturen kleine Werte haben, so dass die Abweichung von der Maxwellschen Regel nicht allzu stark ist, fällt nach den Messungen von Dewar und Fleming[1]) die DK langsam mit abnehmender Temperatur; beim Schwefelkohlenstoff steigt sie allerdings vorerst langsam zu einem schwachen Maximum (2,70) bei -116^0, um dann schnell bis zum Endwerte 2,24 zu fallen.

Die andere Klasse der Flüssigkeiten, zu der Äther, Aceton, Äthyl-, Methyl-, Propyl-, Isobutyl- und Amylalkohol gehören, zeigt ein wesentlich anderes Verhalten; die DK steigt nämlich nach den Messungen von Abegg und Seitz[2]) stark mit abnehmender Temperatur (nach dem empirischen Gesetze $DK = Konst. e^{-\frac{t}{190}}$) und fällt erst bei dem Erstarren der Flüssigkeit plötzlich auf einen zwischen 2 und 3 liegenden Wert. Diese merkwürdigen Thatsachen veranlassten uns, das optische Brechungsverhältnis einiger der genannten Flüssigkeiten nach den tieferen Temperaturen hin zu verfolgen, um das Verhalten seines Temperaturkoëffizienten festzustellen.

Die Messung des Brechungsverhältnisses erfolgte an einem Flüssigkeitsprisma nach der Methode des in sich zurückkehrenden Strahles (Autokollimation), und zwar wurde die brechende Kante des Prismas horizontal gelegt. Dies geschah zu dem Zwecke, um die eigene horizontale Flüssigkeitsoberfläche direkt als eine Prismenoberfläche verwenden zu können; auch konnte man so die Kältemischung, welche die Flüssigkeit mit Ausnahme der oberen Fläche allseitig umgab, bequemer an das Prisma heranbringen. Die zu untersuchende Flüssigkeit befand sich in einem offenen Metallgefässe, dessen Boden um etwa 30^0 gegen die Horizontale geneigt war (Figur 1); auf demselben war durch

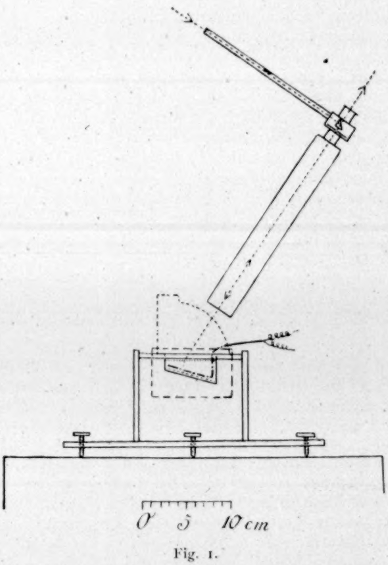


Fig. 1.

zwei Blattfedern ein auf der Vorderseite versilbertes planes Glasplättchen als reflektierende Fläche befestigt. Das Gefäss sass in einer dicken Ebonitplatte, die auf einem schweren Metallfusse derart befestigt war, dass die in einem weiteren Troge befindliche Kältemischung (feste Kohlensäure mit Äther) bequem von unten über das Gefäss geschoben und durch Klötze fixiert werden konnte. Die Flüssigkeit wurde stets nur so hoch eingefüllt, dass ihr Niveau unter der unteren Fläche der Ebonitplatte lag, sie selbst also immer ganz in die Kältemischung eintauchte. Als obere Begrenzungsfläche des

1) Dewar und Fleming, Proc. Roy. Soc. London **61**, 358, 1897.

2) Abegg, Wied. Ann. **60**, 54, 1897. Abegg und Seitz, Zeitschr. für phys. Chem. **29**, 242, 1899.

Prismas wurde, wie bereits erwähnt, die natürliche Oberfläche der Flüssigkeit benutzt und der Apparat so eingestellt, dass nur der horizontale, vom Meniskus nicht beeinflusste Teil derselben von den Lichtstrahlen getroffen wurde. Da aber an der kalten Oberfläche die Feuchtigkeit aus der Atmosphäre sich kondensierte, was bei mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten eine Trübung, bei anderen eine merkliche Konzentrationsänderung bewirken musste, so wurde über dieselbe im Abstand von etwa 8 mm eine dünne, planparallele Glasplatte gelegt und auf diese ein passend geformtes U-förmiges Trockengefässchen mit Phosphorsäureanhydrit gestellt. Eine Papphülle, welche nur für das Fernrohr und das Thermometer Öffnungen hatte, sollte die so ziemlich getrocknete Luft gegen den Aussenraum abschliessen. Gleichwohl musste bei besonders hoher Luftfeuchtigkeit die Platte im Laufe einer Beobachtungsreihe zuweilen von dem kondensierten Wasser gereinigt werden.

Die Messung der Winkel erfolgte an dem Höhenkreis eines guten älteren astronomischen Universalinstrumentes von Reichenbach & Ertel in München, dessen Nonius 4" ergab. Auf der horizontalen Achse desselben war das Kollimationsrohr eines Abbeschen Spektrometers seitlich befestigt. Die Beleuchtung mit Na-licht besorgte ein Bunsenbrenner mit von Kochsalzlösung durchtränktem Asbestpapier.

Die Temperaturen wurden mit einem Platinwiderstandsthermometer gemessen. Der Durchmesser des von Heräus, Hanau, gelieferten, doppelt mit weisser Seide umsponnenen Drahtes betrug 0,033 mm. Der Draht war auf ein U-förmiges Glimmerplättchen aufgewickelt, an dickere Platinzuführungsdrähte angeschweisst und in eine ähnlich geformte Büchse aus sehr dünnem Kupferblech eingeschoben. (Fig. 2.)

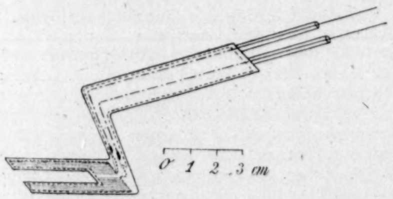


Fig. 2.

Die Messung des Widerstandes geschah mittels einer Kohlrauschschen Walzenbrücke mit beiderseitigem Vorschaltwiderstand[1]) und eines Du Bois-Rubensschen Galvanometers[2]) mit sehr hohem Widerstand. In dem Stromkreise des Elementes war ein Balastwiderstand von ca. 1100 Ohm eingeschaltet, um eine merkliche Erwärmung des Thermometers durch den Strom unmöglich zu machen. Als Stromschlüssel wurde der im 2. Jahrg. dieser Zeitschrift S. 381 beschriebene Doppelschlüssel benutzt.

Um ein künstliches Altern des fertiggestellten Thermometers zu bewirken, wurde dasselbe zuerst lange Zeit auf einer Temperatur von etwa $+130^0$ gehalten und hierauf oft Änderungen im Intervalle -80^0, 0^0 und 100^0 ausgesetzt. Nachdem der Widerstand bei 0^0 und der Temperaturkoeffizient zwischen 0^0 und $+100^0$ konstant geworden war, wurden die Konstanten des Thermometers definitiv bestimmt, und zwar der Widerstand bei $-79,4^0$ in fester Kohlensäure[1]), bei 0^0 und bei $+100^0$. Es ergab sich hieraus der Temperaturkoeffizient zwischen 0^0 und 100^0 $\left(\frac{w_{100}-w_0}{100\cdot w_0}\right)$ zu 0.002922 und zur Umrechnung der „Platin-" auf „Wasserstofftemperaturen" die Formel

$$t = 1,02738 \, . \, t - 0,0002738 \, . \, t^2 .$$

Bei der Konstruktion des Thermometers wurde sehr dünner Draht und ziemlich hoher Widerstand (bei 0^0 248,07 Ohm) gewählt, da dies einerseits eine kleine Wärmekapazität und schnelle Annahme der Temperaturänderungen, andererseits einen sehr geringen Einfluss der unregel-

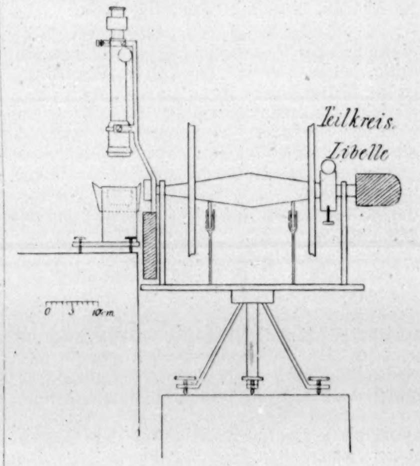


Fig. 3.

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 56, 177, 1895.
2) Du Bois und Rubens, Wied. Ann. 48, 236, 1893.

1) Du Bois und Wills, Verh. d. d. phys. Ges. 1, 168, 1899.

mässigen Temperaturverteilung in den herausragenden Zuführungsdrähten zur Folge hat.

Das Thermometer, welches von den Wänden des Gefässes und dem Spiegel überall etwa 1 mm Abstand hatte, wurde so eingesetzt, dass der mittlere Teil des Spiegels zur Beobachtung frei blieb und mit Draht an der Ebonitplatte befestigt. Alsdann wurde die Flüssigkeit bei Zimmertemperatur eingefüllt, und das reflektierte Bild im Fernrohr eingestellt, wobei meistens noch eine geringe Änderung an der Einjustierung der Fussschrauben des Gefässträgers nötig war. Hierauf wurde das Gefäss mit der Kältemischung — feste Kohlensäure mit Äther — untergeschoben und entsprechend befestigt. Dasselbe war, um die störenden Ätherdämpfe abzuhalten und die Temperaturen länger konstant zu erhalten, oben mit Watte abgedeckt.

Die Beobachtung des Brechungsverhältnisses und der Temperatur erfolgte völlig gleichzeitig, indem der eine von uns die Einstellung an der Walzenbrücke abwartete und, sowie diese erreicht war, der andere die Einstellung am Fernrohr bewirkte. Es konnten so, während die Temperatur von etwa -70^0 bis auf etwa 0^0 langsam (innerhalb 2 bis 3 Stunden) anstieg, grosse Reihen (bis zu 100) zusammengehöriger Beobachtungspaare für jede Flüssigkeit gewonnen werden.

Es wurden gemessen: Schwefelkohlenstoff, Toluol, Methyl-, Aethyl- und Amylalkohol, sowie Äthyläther. Die Resultate wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate durch eine Gleichung von der Form $n = a + b.t + c.t^2$ zunächst für Platintemperatur dargestellt und alsdann auf die gewöhnliche Temperaturskala mittels der bereits angegebenen Reduktionsformel umgerechnet. Es ergab sich das Brechungsverhältnis n für Natriumlicht bei der Temperatur t für

Amylalkohol zwischen 0^0 und -70^0

$$n = 1{,}42003 - 0{,}0_3 4625\, t + 0{,}0_6 307\, t^2$$

Methylalkohol zwischen 0^0 und -64^0

$$n = 1{,}34093 - 0{,}0_3 492\, t - 0{,}0_6 823\, t^2$$

Äthylalkohol zwischen 0^0 und -67^0

$$n = 1{,}37148 - 0{,}0_3 510\, t + 0{,}0_6 303\, t^2$$

Äthyläther zwischen 0^0 und -46^0

$$n = 1{,}36504 - 0{,}0_3 596\, t - 0{,}0_3 718\, .\, t^2$$

Toluol zwischen 0^0 und -44^0

$$n = 1{,}50292 - 0{,}0_3 507\, t + 0{,}0_5 1540\, t^2 - 0{,}0_9 8\, t^3$$

Schwefelkohlenstoff zwischen 0^0 und -60^0

$$n = 1{,}64362 - 0{,}0_3 733\, t + 0{,}0_6 900\, t^2.$$

Die mittlere Abweichung der einzelnen Beobachtung betrug etwa 1,5 Einheiten der vierten Dezimale. Dieselbe rührt wohl hauptsächlich von mangelhaftem Temperaturausgleich in den vom Lichte durchsetzten Schichten und der dadurch bedingten geringen Schärfe der Einstellung bei den optischen Beobachtungen, nicht von Fehlern der Temperaturbestimmung her. Bei Toluol und Äthyläther wurden Beobachtungen unter -44^0 resp. -46^0 zur Berechnung nicht benutzt, da bei beiden ein zu rascher Temperaturwechsel die Beobachtungen bei tieferen Temperaturen unsicher machte.

Aus den Resultaten geht hervor, dass die Alkohole und Äther, welche in Hinsicht auf die DK sich so stark von Schwefelkohlenstoff unterscheiden, in optischer Hinsicht ihm im untersuchten Temperaturintervall vollständig ähnlich sind. Bemerkenswert ist, dass die Kurve des Brechungsverhältnisses bei Schwefelkohlenstoff unter 0^0 eine entgegengesetzte (allerdings ziemlich schwache) Krümmung zeigt, als bei den über 0^0 liegenden Temperaturen, was mit den Messungen von Ketteler[1]) übereinstimmt, der den Wendepunkt ungefähr bei 0^0 fand. Ob die übrigen untersuchten Substanzen ein ähnliches Verhalten aufweisen, lässt sich an der Hand des bis jetzt vorhandenen Beobachtungsmateriales nicht sicher entscheiden.

Von grossem theoretischen Interesse wäre, diese Verhältnisse weiter zu tieferen Temperaturen, womöglich bis zum Erstarren der Flüssigkeiten zu verfolgen, was jedoch mit der angewandten Methode kaum möglich ist. Der Anwendung von anderen Methoden steht entgegen, dass für das Brechungsverhältnis des Glases bei sehr tiefen Temperaturen unseres Wissens bisher keine Daten vorliegen.

1) Ketteler, Wied. Ann. **35**, 662, 1888.

Darmstadt, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule.

(Eingegangen 16. Dezember 1901.)

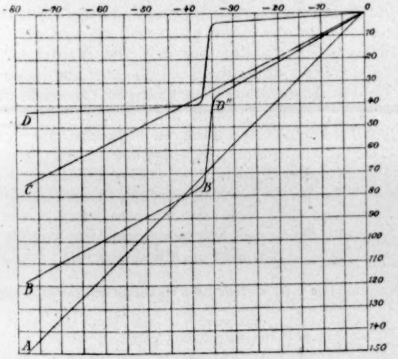
Volumenänderung des Quecksilbers beim Übergang aus dem starren in den flüssigen Zustand und thermische Ausdehnung des starren Quecksilbers.[1])

Von L. Grunmach.

Die Methode, deren ich mich zur Bestimmung der Volumenänderung des Quecksilbers bei Änderung seines Aggregatzustandes bediente, war folgende: An ein cylindrisches thermometerartiges Gefäss aus schwer schmelzbarem Jenenser Glase von etwa 2,5 ccm Inhalt war eine sorgfältig kalibrierte und mit arbiträrer Skala versehene Kapillarröhre angeschmolzen, welche oben in eine kleine trichterförmige Erweiterung behufs bequemer Füllung des Thermometers endigte. Es wurde zunächst mit reinem abso-

1) Vorgetragen auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte zu Hamburg, Abteilung 2, 25. Septbr. 1901.

luten Alkohol gefüllt, und zwar in der Weise, dass, wenn es, nachdem mittels einer Wasserstrahlluftpumpe unter Erwärmung und vorsichtiger Erschütterung der Gefässwandung alle Luftbläschen ausgetrieben waren, seiner ganzen Länge nach in fein zerstossenes schmelzendes Eis eingebettet war und darin etwa zwei Stunden lang gestanden, der Alkoholmeniskus mit dem Anfangsstrich (Nullpunkt) der Teilung genau zusammenfiel. Nunmehr wurde das Thermometer, welches ich mit A ($^1/_2$ Alkohol + $^1/_2$ Alkohol) bezeichnen will, oben zugeschmolzen, dann ganz allmählich bis auf —80° C. abgekühlt und in mehreren Vergleichungsreihen in dem Temperaturintervall von —80 bis —30° C., von Grad zu Grad bei aufsteigender Temperatur fortschreitend, mit einem von R. Fuess hergestellten, in halbe C.-Grade geteilten Normal-Alkohol-Thermometer N, welches von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt geprüft und beglaubigt war, verglichen. Als Bad diente ein mit einem Gemisch von fester Kohlensäure und abgekühltem Alkohol gefülltes grösseres Glas-



gefäss, welches konzentrisch von einem mit einer Kältemischung gefüllten Gefäss umgeben und mit einer geeigneten Rührvorrichtung versehen war, um während der Beobachtungen eine hinreichende Konstanz der Temperatur herzustellen. Die Ablesungen erfolgten mittels zweier Ablesemikroskope, welche halbe Zehntelgrade mit Sicherheit zu schätzen gestatteten in der Weise, dass in dem Momente, in welchem für den einen Beobachter[1]) der Alkoholindex mit einem vollen Gradstrich des Normalthermometers N koinzidierte, a tempo die Ablesung des Thermometers A durch den anderen Beobachter erfolgte. Auf diese Weise sind fünf Vergleichungsreihen ausgeführt worden, welche eine sehr gute innere Übereinstimmung zeigten, und deren Ergebnisse durch die nahezu geradlinig verlaufende Kurve OA graphisch dargestellt werden. Die Abszissen geben, von rechts nach links in absteigendem Sinne, die mit dem Normal-Alkoholthermometer N abgelesenen Temperaturen, während die Ordinaten die durch das Alkoholthermometer A in Teilen seiner arbiträren Skala angegebenen Temperaturen darstellen.

Um einige Vergleichungspunkte, die wir nachher gebrauchen werden, herauszugreifen, so entsprechen

den Angaben	die Angaben
—78,2° C. von N	149,86 p. von A
—38,5 „	73,11 „
—33,7 „	64,03 „
0 „	0 „

Hieraus ergiebt sich, dass

in dem Temperaturintervall von	1° C. entsprechen
—78,2 bis —38,5° C.	1,9321 p. von A
—38,5 „ —33,7	1,9160 „
—33,7 „ 0	1,8998 „

Hierauf wurde das Alkoholthermometer A oben geöffnet, seines Alkohols entleert und nach sorgfältigster Austrocknung zur Hälfte mit reinem destillierten Quecksilber, zur anderen Hälfte mit dem Alkohol derselben Sorte gefüllt. Dies geschah in der Weise, dass das Instrument zunächst wie ein Quecksilberthermometer mit reinem Quecksilber gefüllt wurde, so dass, wenn es wieder seiner ganzen Länge nach in klein zerstossenem schmelzenden Eise zwei Stunden lang eingebettet gestanden, der Quecksilbermeniskus genau mit dem Nullpunkte der Skala koinzidierte, dass hierauf die Gesamtmasse des Füllquecksilbers durch Wägung (zu 31,180 g) ermittelt und das Instrument zur Hälfte mit der halben Masse (15,590 g) dieses Quecksilbers und zur anderen Hälfte wieder mit dem Alkohol in der vorhin angegebenen Weise gefüllt wurde, so dass, wenn es seiner ganzen Länge nach sich genügend lange in Eis befand, der Alkoholmeniskus wieder genau mit dem Nullpunkte der Skala zusammenfiel. Das auf diese Weise hergestellte Quecksilber-Alkoholthermometer, welches ich mit B ($^1/_2$ Quecksilber + $^1/_2$ Alkohol) bezeichnen will, wurde nun genau so wie vorher das Alkoholthermometer A mit dem Normal-Alkoholthermometer N in sechs unabhängigen Beobachtungsreihen, die wieder eine gute innere Übereinstimmung zeigten, verglichen. Die graphische Darstellung der Ergebnisse dieser Beobachtungsreihen giebt im Mittel die Kurve OB, in welcher wir drei Teile unterscheiden können: erstens den Teil BB', welcher dem Temperaturintervall von —78,2 bis —38,5° C. entspricht, in welchem das Quecksilber sich in starrem Zu-

1) Herr Ingenieur Seibt war so freundlich, mich bei den Versuchen zu unterstützen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank sage.

stande befindet, zweitens das Kurvenstück $B'B''$, welches dem Temperaturintervall von —38,5 bis —33,7° C. entspricht, innerhalb dessen der Schmelzprozess vor sich geht, und drittens das Kurvenstück $B''O$, welches dem Temperaturintervall von —33,7 bis 0° C. entspricht, in welchem das Quecksilber sich in flüssigem Zustande befindet.

Den vorhin mitgeteilten Temperaturangaben

des Normal-Alkoholthermometers N	entsprechen von B die Temperaturangaben
—78,2° C.	118,49 *p.*
—38,5 „	76,82 „
—33,7 „	36,32 „
0	0

Hieraus ergiebt sich, dass

in dem Temperaturintervall	1° C. entsprechen
—78,2 bis —38,5° C.	1,0527 *p.* von B
—38,5 „ —33,7	8,4375 „
—33,7 „ —0	1,0777 „

Um nun aus der dem Gange des (½ Quecksilber + ½ Alkohol)-Thermometers B entsprechenden Kurve OB, welche ja die Volumenänderungen von Quecksilber und von Alkohol zusammen darstellt, die Volumenänderungen des Quecksilbers allein zu erhalten, hat man nur die unbedingt zulässige Annahme zu machen, dass für ein und dasselbe Temperaturintervall die Volumenänderungen des halben Alkoholvolumens nur halb so gross sein werden, wie diejenigen des ganzen Alkoholvolumens. Die Volumenänderungen des halben Alkoholvolumens werden nun graphisch dargestellt durch die ebenfalls nahezu geradlinig verlaufende Kurve OC, deren Ordinaten in jedem Punkte halb so gross sind, wie die Ordinaten der entsprechenden Punkte der Kurve OA. Durch Kombination der beiden Kurven OB und OC ergiebt sich demgemäss die Kurve OD, welche die Volumenänderungen des Quecksilbers allein in dem Temperaturintervall von —78,2 bis 0° C. graphisch darstellt. Man kann wieder drei Teile derselben unterscheiden, den ersten, von —78,2 bis —38,5° C. reichend, bei welchem das Quecksilber sich in starrem Zustande befindet und pro 1° C. sich um 0,0867 *p.* der arbiträren Skala ausdehnt; zweitens den Teil der Kurve, welcher dem Temperaturintervall von —38,5 bis —33,7° C., innerhalb dessen der Schmelzprozess vor sich geht, entspricht, und in welchem — wenn, um einen Vergleich zu gewinnen, die Annahme einer proportionalen Verteilung zulässig ist —, 1° C. eine Volumenänderung von 7,4795 *p.* der arbiträren Skala entsprechen würde, und drittens den dem Temperaturintervall von —33,7 bis 0° C. entsprechenden Teil, in welchem das Quecksilber sich in flüssigem Zustande befindet und pro 1° C. eine Volumenänderung von 0,1278 *p.* der arbiträren Skala erfährt.

Es würde sich also das Quecksilber allein pro 1° C. ausdehnen

im Temperaturintervall		
von —78,2 bis —38,5° C.	um 0,0867 *p.*	der arbiträren Skala
„ —38,5 „ —33,7	„ 7,4795 „	
„ —33,7 „ 0	„ 0,1278 „	

Es folgt hieraus, dass sich Quecksilber während des Schmelzprozesses 86,50 mal stärker ausdehnt als in starrem und 58,68 mal stärker als in flüssigem Zustande, und dass die Ausdehnung des starren Quecksilbers 0,6784 oder abgerundet ⅔ der Ausdehnung des flüssigen Quecksilbers beträgt, so dass, wenn wir den Ausdehnungskoeffizienten des flüssigen Quecksilbers zu 0,000181 annehmen, derjenige des starren Quecksilbers 0,000123 ist.

Eine starre Quecksilbermasse, deren Volumen kurz vor dem Schmelzen 1 ccm beträgt, vergrössert durch den Schmelzprozess ihr Volumen auf 1,050982 ccm, also um etwas mehr als 5 Proz.[1])

1) Herr J. W. Mallet findet als Dichte des starren Quecksilbers bei —38,85° C. (Proc. of the Roy. Soc. **26**, 77, 1877) den Wert 14,1932, was einer Volumenzunahme während des Schmelzprozesses von nur 3,7 Proz. entsprechen würde.

(Eingegangen 8. Dezember 1901.)

VORTRÄGE UND DISKUSSIONEN VON DER 73. NATURFORSCHERVERSAMMLUNG ZU HAMBURG.

F. Neesen (Berlin), Zur Blitzableiterfrage.[1])

An der Hand von zwei Blitzschlägen wurden Einzelheiten in Bezug auf die Anordnung der Blitzableiter für Gebäude und für elektrische Anlagen besprochen. Der eine Blitzschlag traf ein mit Faradayschem Käfig geschütztes Gebäude einer Sprengstofffabrik und zeigte die Schädlichkeit von eisernen Befestigungen für den Blitzableiterstrang. Zu Seiten des getroffenen Gebäudes befanden sich zwei andere, die mit einem Blitzableiter nach Gay-Lussac, also mit Fangstange, und einer Ergänzung desselben durch einen Faradayschen Käfig versehen waren. Ferner standen zwei hohe Fangstangen auf Schutzwällen dicht neben dem getroffenen Gebäude. Letzteres hatte einen

1) Abteilung 3, 23. September 1901.

Blitzschutz in Gestalt eines Faradayschen Käfigs ohne Fangstange. Der Blitzschlag hat die beiden Fangstangen auf den Wällen und das eine Gebäude getroffen. An dem letzteren ist vermutlich durch die eisernen Befestigungsnägel für die Ableitung ein Seitenschlag zu der ganz naheliegenden Wasserleitung übergegangen, welche unter der Erde mit dem Ableiter verbunden war. In anderen Fällen sind aber umgekehrt gutleitende Befestigungen nötig, so dass die Frage nach dem Material, aus welchem letztere herzustellen sind, nicht allgemein gelöst werden kann. Blitzschläge in das Kabelnetz der Berliner Strassenbahn beweisen, dass für die dort gewählte Anordnung der Blitzableiter zwischen den Zuführungsmasten besser eine Anordnung direkt an letzteren selbst zu wählen ist, dass ferner der Blitzableiter, um sicher zu wirken, grössere Entladungsflächen haben muss, als wie gewöhnlich genommen werden. Eine derartige Anordnung ist schon früher vom Vortragenden in seinen „Sicherungen" vorgeschlagen.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 4. Oktober 1901.)

J. Classen (Hamburg), Über ein Photometer zur Messung der Helligkeitsverteilung in einem Raume ohne Zuhilfenahme einer Zwischenlichtquelle. [1])

Während es bereits verschiedene Mittel giebt, sei es an der Photometerbank, sei es durch das Weberphotometer, um die Helligkeitsverteilung um eine mit Lampenglocke oder Reflektor versehene Lichtquelle herum zu messen, so versagen diese Mittel doch mehr oder weniger, sobald es sich darum handelt, in der Praxis in fertigen, im Betriebe befindlichen Beleuchtungsanlagen die Lichtverteilung mit der wünschenswerten Sicherheit zu messen, da das Beziehen aller Messungen auf eine konstante Zwischenlichtquelle zur Voraussetzung hat, dass die Helligkeit der zu messenden Lichtquellen selbst während der ganzen Dauer der Untersuchung nicht infolge veränderter Stromstärke oder Gasdruckes merklichen Schwankungen unterworfen ist. Besonders störend wird dies empfunden, wenn es sich um die Lichtverteilung in vom Tageslicht beleuchteten Räumen, etwa Schulzimmern, handelt.

Der vorgezeigte Apparat löst diese Aufgabe dadurch, dass die Messung der relativen Lichtverteilung von der absoluten Bestimmung der Helligkeit in Meterkerzen völlig getrennt ist.

Auf einem soliden Stativ sind zwei 1 m lange, nach allen Richtungen bewegliche Arme befestigt, welche zwei weisse Schirme tragen. Der eine dieser Schirme wird an eine solche Stelle gebracht, wo die Helligkeit möglichst gross ist. der andere weisse wird dann herumgeführt in an Gradteilungen ablesbarer Weise, und seine Helligkeit mit der des festgestellten Schirmes verglichen. Die photometrische Vergleichung geschieht dadurch, dass man durch ein Lummer-Brodhunsches Prisma in der einen Richtung durch ein Rauchglas und eine Spiegeleinrichtung den beweglichen Schirm sieht, in der anderen Richtung durch zwei Nicols nach dem festen Schirm sieht. Durch Drehung des einen Nicols wird die Helligkeit des festen Schirmes messbar herabgesetzt. Das Rauchglas auf der anderen Seite dient dazu, um den Lichtverlust in den Nicols zu kompensieren.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 14. Oktober 1901.)

Diskussion.

(Von den Beteiligten durchgesehen.)

Lummer: Ich halte das Prinzip für sehr schön, weil man unabhängig von äusseren Schwankungen das Fortschreiten der Helligkeit bekommt. Ich wollte nur fragen, wie die Photometrie eingerichtet ist; das schien mir nicht durchsichtig genug.

Man sieht durch ein Lummer-Brodhunsches Prisma, so dass man in dem einen Teil des Gesichtsfeldes die Helligkeit der einen weissen Fläche, im andern Teil diejenige der anderen Fläche hat. Vermittelst des Nicols bringt man die grössere Helligkeit in messbarer Weise auf die geringere herab.

Lummer: Dann müssen die diffusen Flächen also recht gross sein, dass das Gesichtsfeld ausgefüllt ist.

Classen: Ja; die Flächen müssen so gross sein, dass man nicht daran vorbei sieht.

B. Walter (Hamburg), Über die Haga- und Windschen Beugungsversuche mit Röntgenstrahlen. [1])

Die älteren Versuche von Kümmel, Fomm, Precht u. a., durch welche eine Beugung der Röntgenstrahlen nachgewiesen sein sollte, können jetzt wohl endgültig als erledigt angesehen werden; und ich möchte daher nur noch daran erinnern, dass wohl der erste entschiedene Einspruch gegen diese Art von Beugungsversuchen in einer von Prof. Voller und mir gemeinschaftlich veröffentlichten Arbeit[2]) erhoben wurde. Die endgültige Widerlegung derselben verdanken wir allerdings erst Herrn C. H. Wind in Groningen, da dieser zuerst die richtige

1) Abteilung 2, 23. September 1901.

1) Abteilung 2, 24. September 1901.
2) A. Voller u. B. Walter, Wied. Ann. **61**, 88, 1897.

Erklärung für die von jenen Beobachtern als Beugungsstreifen angesehenen Erscheinungen gab: Derselbe zeigte nämlich, dass wir es hierbei trotz der oft ganz frappanten Deutlichkeit jener Streifen doch nur mit einer optischen Täuschung zu thun haben[1]).

Schien somit die Frage nach der Beugung der Röntgenstrahlen vorläufig in negativem Sinne abgethan, so trat dieselbe alsbald in ein neues Stadium durch die Versuche, welche ebenfalls von Herrn Wind in Groningen in Verbindung mit Herrn Professor Haga daselbst unternommen wurden[2]), und durch welche nach Ansicht dieser Beobachter nun doch der positive Nachweis für die Möglichkeit einer Beugung unserer Strahlen erbracht sein sollte. Diese Versuche unterscheiden sich von den früheren dadurch, dass dabei sehr viel engere Spalte zur Verwendung kommen, eine Massnahme, die ja vom theoretischen Gesichtspunkte aus — mit Rücksicht auf die vermeintlich sehr kurze Wellenlänge der Röntgenstrahlen — gewiss als eine sehr richtige zu bezeichnen ist, die aber andererseits auch wieder die Schwierigkeiten der Beobachtung sowie auch die Zahl der möglichen Fehlerquellen in einem ganz ausserordentlich hohem Grade vermehrt.

Denn was z. B. den ersteren Punkt anbetrifft, so erfordert eine einzige derartige Haga- und Windsche Aufnahme einen Aufwand von X-Strahlung, der genügen würde, um etwa 500 bis 1000 Beckenaufnahmen zu machen, und mit Bezug auf den zweiten Punkt muss ich leider erwähnen, dass die zahlreichen und langwierigen Versuche, welche ich selbst in der ersten Hälfte d. J. im hiesigen Laboratorium nach der Groninger Methode ausgeführt habe, nach meiner Ansicht keinen Grund zu der Annahme liefern, dass eine Beugung der X-Strahlen in dem Masse, wie sie die genannten Beobachter annehmen, stattfindet.

Um Ihnen nun aber den Unterschied unserer beiderseitigen Beobachtungsresultate klar machen zu können, muss ich kurz daran erinnern, dass bei diesen Versuchen im wesentlichen nur zwei Spalte zur Verwendung kommen, von denen der erste, der sogenannte X-Spalt, der in nächster Nähe der Röhre aufgestellt wird, eine Höhe von 5—10 mm und eine überall gleiche Breite von etwa $^1/_{100}$ mm hat. Derselbe dient bekanntlich nur dazu, eine möglichst punkt- resp. strichförmige Strahlenquelle zu schaffen. Das durch ihn hindurchtretende ausserordentlich dünne Strahlenbündel fällt dann in etwa 75 cm Abstand auf den sogenannten „zweiten“ oder „Beugungsspalt“, welcher eine Länge von etwa 2 cm und einen Querschnitt von der Gestalt eines Keiles hat, dessen Breite oben etwa $^1/_{50}$ und unten etwa $^1/_{500}$ mm beträgt. In weiteren 75 cm Abstand davon ist dann die photographische Platte aufgestellt, die das in dieser Weise entworfene Bild des zweiten Spaltes auffängt.

Sollen diese Versuche genau sein, so muss man natürlich dafür sorgen, dass die drei hier in Frage kommenden Objekte, nämlich die beiden Spalte und die photographische Platte, sich während der ganzen Dauer der Aufnahme, die unter Umständen mehrere Tage währen kann, nicht gegeneinander verschieben. In Groningen befestigte man zu diesem Zwecke jeden dieser Gegenstände für sich an einem schweren Stative und setzte dann alle drei gemeinsam auf eine schwere Steinplatte. Bei meinen Versuchen dagegen habe ich, wie Sie sehen, die drei Objekte gemeinsam auf eine etwa 2 m lange und etwa 2 cm dicke Eisenstange mit quadratischem Querschnitt gesetzt und diese letztere dann mit Schraubzwingen an den Enden eines langen und soliden Eichentisches befestigt.

Dass diese letztere Aufstellungsart in Bezug auf Standfestigkeit derjenigen der Groninger Beobachter vorzuziehen ist, dürfte aus dem Vergleich der beiden hier nebeneinander aufgeklebten Spaltbilder hervorgehen, von denen das eine von Haga und Wind und das andere von mir herrührt, welche beide die 14malige Vergrösserung eines keilförmigen Spaltes von etwa 0,005 bis 0,01 mm Breite darstellen und auch beide nahezu bei derselben Entfernung zwischen Spalt und photographischer Platte aufgenommen wurden. Die näheren Ausmessungen der Bilder ergeben, dass das in Holland angefertigte im ganzen genommen etwa 3—4mal so breit ist, als es den geometrischen Verhältnissen nach hätte sein dürfen, eine Anomalie, die von den Beobachtern auf Erschütterungen zurückgeführt wird. Das von mir erhaltene dagegen zeigt in allen seinen Teilen ungefähr die von der Theorie geforderte Breite, soweit die Genauigkeit der Messungen eine Bestimmung derselben zulässt.

Zum Teil mag diese grössere Schärfe meiner Bilder auch daher rühren, dass ich die Dauer der Aufnahme, die in Groningen bis zu 200 Stunden betragen hatte, durch Benutzung grösserer elektrischer Energie und vor allem auch widerstandsfähigerer Röhren — zumeist Wasserkühlröhren — auf 4—6 Stunden heruntersetzen konnte, trotzdem die Breite meines ersten Spaltes nur ungefähr $^3/_4$ von derjenigen der holländischen Beobachter betrug. Der Induktor hatte eine maximale Schlagweite von etwa 60 cm und wurde ausschliesslich mit Wehnelt-Unterbrecher betrieben.

Um Ihnen ferner einen ungefähren Begriff

1) C. H. Wind, Kon. Akad. Amsterdam Juni 24, 1898 u. Wied. Ann. **68**, 884, 1899. Diese Zeitschrift, **1**, 112, 1899.
2) H. Haga und C. H. Wind, Kon. Akad. Amsterdam. April 25, 1899 u. Wied. Ann. **68**, 884, 1899.

von der bei einer solchen Aufnahme aufgewandten sekundären elektrischen Energie zu geben, teile ich mit, dass bei einer solchen sechsstündigen Aufnahme z. B. in jeder Sekunde im Mittel 130 Schläge jenes grossen Induktoriums, bei der ganzen Aufnahme also nahezu 3 Millionen Entladungen durch die Röhre gingen. Dabei wurden in dieser Zeit aus dem Antikathodengefässe der letzteren über $^1/_2$ Liter Wasser verkocht. Um daher das letztere nicht so oft erneuern zu müssen, habe ich mir für diese Versuche eigens Röhren mit besonders grossen Antikathodengefässen anfertigen lassen.

Die Röhre selbst befand sich während der ganzen Dauer der Aufnahme in dieser Bleikiste, die nach der Richtung der Spalte zu eine kleine, durch horizontale und vertikale Bleiblenden genau abzugrenzende Öffnung liess, nach hinten zu aber soweit als möglich mit bleiüberzogenen Holzbrettern abgedeckt war, um die Sekundärstrahlung der Röhre gleich von vornherein soweit als möglich abzufangen. Nichtsdestoweniger erwies es sich als nötig, auch noch den ganzen Raum zwischen der photographischen Platte und dem zweiten Spalte, sowie auch die erstere von hinten her durch Bleiplatten abzugrenzen, da sich erst dann vollständig saubere Bilder ergaben.

Von besonderer Wichtigkeit erschien es mir ferner, bei diesen Versuchen darauf zu achten, dass die Härte der Röhre möglichst während der ganzen Dauer der Aufnahme konstant blieb, was mir wenigstens nahezu durch Benutzung der neuen Müllerschen Röhren mit automatischer Reguliervorrichtung gelang, auf deren Beschreibung ich hier natürlich nicht näher eingehen kann. Die Anwendung einer Röhre mit konstanter Härte schien mir nämlich deswegen notwendig, weil doch nur unter diesen Umständen auf die möglichste Homogenität der Strahlung gerechnet werden konnte, eine Bedingung, von deren Erfüllung doch auch in der Optik die Deutlichkeit einer Beugungserscheinung in hohem Grade abhängt. Aus diesem Grunde habe ich mir an der Bleikiste, in der die Röhre sich befand, eine besondere Vorrichtung zum Kontrollieren der Härte der Röhre anbringen lassen und die im wesentlichen aus einer dicken Bleiplatte mit einer Reihe von Löchern bestand, auf welche verschieden dicke Platinbleche aufgekittet waren.

Auf die vielen Vorsichtsmassregeln, die man zur genauen Einstellung der Spalte anzuwenden hat, will ich hier nicht eingehen; trotz alledem zeigten nun aber meine Aufnahmen, wie ja auch die Ihnen herumgegebene, keine Andeutung von Beugung in dem Haga- und Windschen Sinne.

Ich teilte dieses Resultat den Herren mit, mit denen ich schon längere Zeit hindurch wegen dieser Versuche in Briefwechsel stand und die mir sogar in der freundschaftlichsten Weise dazu ihre Spalte zur Verfügung gestellt hatten. Hierdurch sah sich sodann Herr Wind veranlasst, persönlich nach hier zu kommen, um mir die in Groningen erhaltenen Originalnegative vorzulegen. Ich überzeugte mich dann allerdings, dass bei diesen Aufnahmen in dem Bilde des keilförmigen Spaltes thatsächlich gewisse Unregelmässigkeiten vorkommen, wie Sie sie ja auch wohl auf dem herumgereichten Bilde gesehen haben und die man vielleicht auf eine Beugung der Strahlung zurückführen konnte, wenn jede andere Möglichkeit der Erklärung fehlte. Auch liess ich mich auf Grund dieses Besuches herbei, meine Versuche noch einmal wieder aufzunehmen, ohne indessen auch diesmal zu anderen Resultaten als früher zu gelangen.

Ich bin daher schliesslich zu der Ansicht gekommen, dass die erwähnten kleinen Unregelmässigkeiten in den Groninger Aufnahmen auf photographische Ursachen zurückzuführen seien, und zwar entweder darauf, dass die Schicht der dabei benutzten Platten nicht überall die gleiche Empfindlichkeit hatte oder auch darauf, dass durch die äusserst lange fortgesetzte Entwicklung dieser Platten erst derartige Unregelmässigkeiten hervorgerufen wurden. Ich selbst habe nämlich meine Platten stets nur so lange entwickelt, bis in den nichtbelichteten Teilen derselben die erste Spur des Schleiers auftrat, ein Verfahren, welches ich zur Erzielung klarer und einwandfreier Bilder besonders auch in diesem Falle für notwendig halte. Man muss sich nämlich vergegenwärtigen, dass es sich hier um Unregelmässigkeiten handelt, die so geringfügiger Natur sind, dass man sie überhaupt nur bei Anwendung ganz besonderer Beobachtungsmethoden sieht.

Der hauptsächlichste Grund aber, warum ich auch heute noch diese meine Auffassung über die Haga- und Windschen Versuchsresultate aufrecht erhalten muss, ist der, dass diese Bilder auch noch andere Unregelmässigkeiten zeigen, welche sich von den von den Verfassern selbst in Anspruch genommenen nur durch ihre noch geringere Ausdehnung unterscheiden, welche aber eben aus diesem Grunde sicher nicht durch eine Beugung veranlasst sein können. Denn eine hierdurch hervorgerufene Verbreiterung des Spaltbildes muss sich in demselben doch mindestens auf eine Grösse hin ausdehnen, die ungefähr der Höhe der Strahlenquelle, d. h. dem Durchmesser des strahlenden Fleckes auf der Antikathode gleich ist, also zum mindesten auf 1—2 mm; man findet nun aber in den Haga- und Windschen Bildern auch Verbreiterungen, deren Länge nur ungefähr ein Zehntel des obigen Betrages ausmacht, wie Sie sich durch Betrachtung

der Ihnen hier unter dem Mikroskop ausgestellten Aufnahme überzeugen können.

Ist somit das Resultat aller dieser langwierigen Versuche mit Rücksicht auf den eigentlich dadurch erstrebten Zweck nach meinem Dafürhalten bis jetzt ein negatives, so habe ich nun doch für meinen Teil diese Versuche dazu benutzt, einerseits eine Methode zur möglichst genauen Messung der Härte einer Röntgenröhre auszuarbeiten, um dadurch womöglich auch auf diesem Gebiete zu einer allgemein brauchbaren Härteskala zu gelangen, und ferner zweitens auch dazu, diejenige Form des Wehnelt-Unterbrechers herauszufinden, welche sich für eine längere Benutzung als die haltbarste erweist.

Die Versuche in ersterer Hinsicht sind freilich bisher noch nicht ganz abgeschlossen, das zweite Problem dagegen glaube ich in der Ihnen hierher gestellten Form des Unterbrechers einigermassen gelöst zu haben; worauf ich hier indessen nicht näher eingehen kann.

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 28. September 1901.)

Diskussion.

(Von den Beteiligten durchgesehen.)

Haga (Groningen): Ich habe mit Vergnügen bemerkt, dass Herr Walter es als eine Thatsache hinstellt, dass wir Verbreiterungen des Spaltes beobachtet haben. Wir haben auch angefangen, unsere Versuche zu wiederholen, haben aber bisher damit Pech gehabt. Die letzte Aufnahme, die wir in voriger Woche machten, hat allerdings die Verbreiterung nicht gezeigt, ebenso wie die Aufnahmen, die hier in Hamburg gemacht sind. Das zeigt aber nur, meine ich, dass wir noch zu wenig von den X-Strahlen wissen. Unter einigen Umständen bekommt man die Verbreiterung, unter anderen nicht, wenn vielleicht die Strahlen andere sind. Herr Dr. Walter schiebt die von uns erhaltenen Verbreiterungen auf ungleichmässige Empfindlichkeit der Platte. Es ist doch aber sehr auffällig, dass gerade dort, wo die Verbreiterung wegen der Beugung zu erwarten ist, die Empfindlichkeit so unregelmässig sein soll. Dass die lange Entwicklung dem Bilde schaden könnte, leuchtet mir nicht ein. Wir haben Platten sehr lange entwickelt, sogenannte Standentwicklung gemacht; da zeigten sich zwar Schleier, aber keine Unregelmässigkeiten. Ich zweifle, ob die lange Entwicklung schadet, ich glaube vielmehr, man muss lange entwickeln; denn es handelt sich um sehr kleine Intensitäten, und wenn man sehr bald mit der Entwicklung aufhört, bekommt man nichts im Bilde. Das ist keine Hypothese, sondern stützt sich auch auf Versuche von Herrn Wind, über die er wohl noch selbst etwas sagen wird. Also ich gestehe, dass die Sache noch nicht ganz erledigt ist, aber ich sehe nicht ein, dass unsere Verbreiterung, die wir veröffentlicht haben, anders erklärt werden kann, als dadurch, die Beugung der X-Strahlen anzunehmen. Es mag sein, dass wir die X-Strahlen noch nicht genügend kennen, und gerade deshalb ist es vielleicht für Herrn Walter nicht günstig gewesen, dass er homogene Strahlung zu bekommen suchte. Wir haben bei 200 Stunden Exposition sicher nicht immer dieselben Strahlen gehabt, weil die Röhre nicht immer denselben Härtegrad hatte, und gerade dadurch haben wir wohl manchmal stundenlang etwas bekommen und manchmal stundenlang nichts.

Wind (Groningen): Was wir Herrn Walters Bedenken gegen unsere Versuchsmethode und unsere Deutung der erhaltenen Resultate entgegenhalten können, ist der Hauptsache nach schon von Herrn Haga beigebracht worden. Ich erlaube mir aber, in einigen Punkten noch etwas hinzuzufügen.

Ich möchte dabei eine Bemerkung in Bezug auf die Frage der Homogenität der Strahlung vorausschicken. Herr Walter sagt, sich bemüht zu haben, die Strahlen möglichst homogen zu machen, weil dies ja auch für die gewöhnlichen Beugungsversuche der Optik zweckmässig ist. Dass aber bei jedem einzelnen Versuch die Homogenität der Strahlung, in gewöhnlichem Sinne, durch den Gebrauch nur einer einzigen Röhre oder von Röhren, welche sich an Härte möglichst gleich sind, bedeutend erhöht wird, dürfte wohl durchaus illusorisch sein, weil wahrscheinlich sogar in der Strahlung einer einzigen unter möglichst gleichbleibenden Verhältnissen arbeitenden Röhre schon eine ausserordentlich lange Reihe von Wellenlängen mit unter sich vergleichbarer Intensität vertreten ist. Eine mässige Homogenität, in gewöhnlichem Sinne, könnte man ja auch nur erwarten, wenn es erlaubt wäre, die X-Strahlen aufzufassen als durch nicht stark gedämpfte Schwingungen bestimmter kleiner Systeme verursacht, was wohl nicht der Fall sein wird. Hat man hingegen als Ursache jener Strahlen die impulsartigen elektromagnetischen Störungen anzusehen, welche sich beim Anprall der Elektronen an der Antikathode ringsum in den Äther ausbreiten, so hat man — weil dieser Mechanismus an sich nichts Periodisches hat — auch in der Strahlung überhaupt nicht das Hervortreten eng begrenzter Wellenlängengebiete, sondern vielmehr eine kontinuierlich verlaufende Energiekurve zu erwarten.

Eine Art Beugungserscheinungen wird man aber allerdings auch bei der zuletzt erwähnten Auffassung voraussagen können, nämlich eine Verbreiterung im Bilde eines sich verjüngen-

den Spaltes an der Spitze. Dieses folgt aus Herrn Sommerfelds wie auch aus meinen eigenen theoretischen Betrachtungen, welche der vorigen Naturforscherversammlung in Aachen vorgelegt wurden.[1]) Und jene Verbreiterung wird schon bei grösserer oder erst bei kleinerer Breite des Spaltes merklich werden, je nachdem die mittlere Zeitdauer der Impulse länger oder kürzer ist.

Daneben kann auch eine Verbreiterung des Bildes in einiger Entfernung von der Spitze zumal vorkommen, aber nur in dem verhältnismässig günstigen Falle, dass die über die ganze Expositionszeit erstreckte mittlere Energiekurve der Strahlung bei irgend einer nicht zu geringen Wellenlänge zufälligerweise ein etwas stark ausgeprägtes Maximum aufweist; sogar können solche Verbreiterungen an verschiedenen Stellen auftreten, wenn sich in der Energiekurve mehrere solche Maxima vorfinden. Als solche nach der Theorie mögliche, aber nicht immer zu erwartende Verbreiterungen haben Herr Haga und ich die von uns erhaltenen gedeutet. Aber es ist einleuchtend, dass man es garnicht in der Hand hat, die zu diesen Verbreiterungen notwendigen Verhältnisse absichtlich hervorzurufen, da die Gestalt der mittleren Energiekurve für jede Röhre von vornherein unbekannt ist und voraussichtlich sogar bei angeblich gleichbleibenden Eigenschaften der Röhre bedeutende Schwankungen erleiden kann. Wenn es trotzdem nicht ausgeschlossen sein möge, dass man durch das Anstreben einer augenscheinlich möglichst konstanten Wirkungsweise der Röhren die Erscheinung der betreffenden lokalen Verbreiterungen im Bilde im günstigen Falle fördern kann, so ist es doch weit davon entfernt, dass man erwarten könnte, dass jene Verbreiterungen sich bei jedem Versuche in gleicher Weise, oder sogar überhaupt, wiederholen werden; vielmehr sollte man sich zufrieden geben, wenn einige Aufnahmen einer nicht allzugrossen Versuchsreihe die betreffende Erscheinung zeigen. Allerdings bleibt es angebracht, die Zahl der Versuche bedeutend weiter auszudehnen, um zu versuchen, eine mehr befriedigende Zahl von Dokumenten dieser Art einer Beugung der X-Strahlen herzuschaffen.

Anders steht es um die Verbreiterung des Bildes, welche beim Mangel der vorigen Erscheinung jedenfalls an der Spitze auftreten muss, wenn die X-Strahlen überhaupt elektromagnetischer Natur sind. Wahr ist es, dass wir eine solche noch nicht unzweideutig haben nachweisen können, ebensowenig wie Herr Walter, wenn wir denn auch, auf Grund unserer jüngsten Aufnahmen, eine weitere Fortsetzung unserer Versuche noch nicht für ganz aussichtslos halten. Soviel ist aber unseres Erachtens auch sicher, dass man sich alle Mühe geben muss, um auch die allerschwächsten Einwirkungen der Strahlung auf die photographische Platte zur Geltung kommen zu lassen und dass man dabei weder eine langdauernde Exposition noch eine lange fortgesetzte Entwickelung scheuen darf — wie Herr Walter für nötig hält —, wenn man nicht von vornherein verzichten will auf die Entdeckung etwaiger Verbreiterungen an der äussersten Spitze des Bildes. Ist doch die seitliche Ausdehnung des Bildes selbstverständlich begleitet von einer bedeutenden Intensitätsverringerung über der ganzen Breite. Ich gebe hier einen Abdruck von Fig. 3 auf

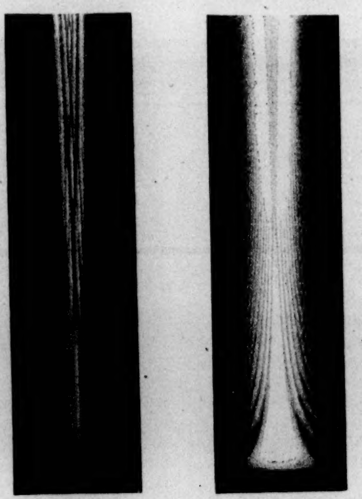


Fig. 1. Fig. 2.

S. 266 des 2. Bandes der Physikalischen Zeitschrift herum[1]), wo die Intensitätsverhältnisse im Beugungsbilde eines sich verjüngenden Spaltes bei beliebiger homogener Strahlung zahlenmässig angegeben sind. Sie sehen daran, wie an den Stellen $v = 0{,}1$, wo die Verbreiterung des Bildes erst recht deutlich hervortreten kann, die Intensität nur noch $\pm \frac{1}{300}$ von der Maximalintensität beträgt, welche sich an der Stelle $v = 2$ vorfindet. Und dass solche Intensitätsunterschiede bei nicht genügender Exposition oder

1) Vergl. diese Zeitschrift **2**, 292, 1900.

1) Die Red. dieser Ztschr. war so liebenswürdig, zum richtigen Verständnis die betreffenden Figuren an dieser Stelle noch einmal zu reproduzieren.

Entwickelung ganz gut die wirklich vorhandene seitliche Ausdehnung des Bildes gänzlich verwischen können, scheint mir in durchaus überzeugender Weise hervorzugehen aus einer Vergleichung der am selbigen Orte abgedruckten Figuren 1 und 2 (hier als Fig. 1 und 2 wiederholt), welche beides Beugungsbilder eines sich verjüngenden Spaltes mit gewöhnlichem Lichte sind, unter ganz ähnlichen Verhältnissen negativen Ergebnisse der Versuche von Herrn Walter nur geschlossen werden kann, dass bei jenen Versuchen die Energiekurve der X-Strahlen ein Maximum nicht oberhalb einer gewissen Grenze besessen hat. Aber diese Versuche können unser positives Resultat nicht widerlegen, und es ist immer noch zu hoffen, dass bei längerer Entwickelungszeit sich auch weitere Beugungserscheinungen ergeben werden.

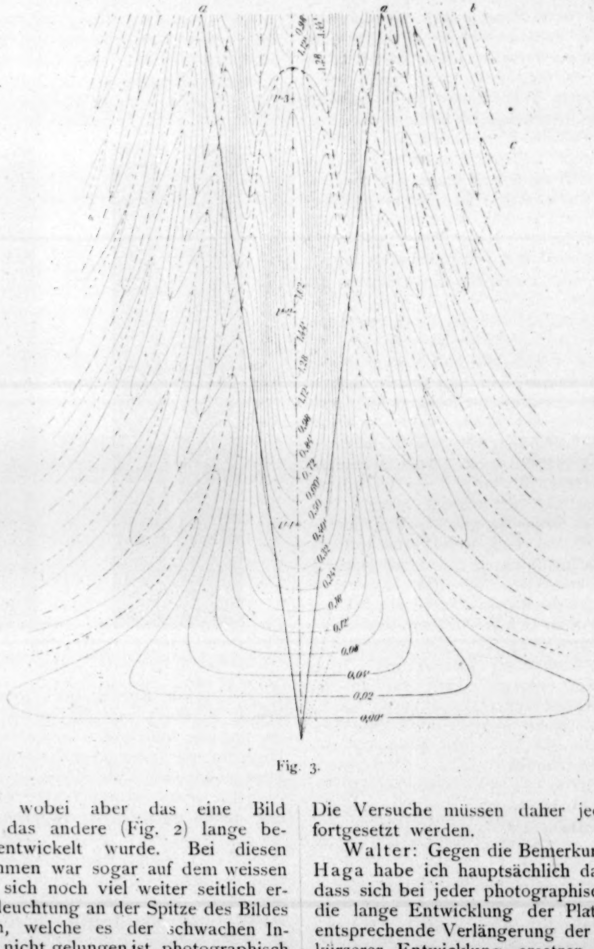


Fig. 3.

aufgenommen, wobei aber das eine Bild (Fig. 1) kurz, das andere (Fig. 2) lange belichtet und entwickelt wurde. Bei diesen beiden Aufnahmen war sogar auf dem weissen Schirme eine sich noch viel weiter seitlich erstreckende Beleuchtung an der Spitze des Bildes wahrzunehmen, welche es der schwachen Intensität wegen nicht gelungen ist, photographisch zu reproduzieren. Alles zusammengenommen glaube ich also mit Herrn Haga, dass aus dem Die Versuche müssen daher jedenfalls weiter fortgesetzt werden.

Walter: Gegen die Bemerkungen des Herrn Haga habe ich hauptsächlich das zu erwidern, dass sich bei jeder photographischen Aufnahme die lange Entwicklung der Platte durch eine entsprechende Verlängerung der Exposition mit kürzerer Entwicklung ersetzen lässt, und so lange die Herren die Verbreiterungen in der Mitte ihrer Spaltbilder nicht auf diese Weise

erreicht haben, glaube ich daher meine Zweifel gegen die Beweiskraft derselben aufrecht erhalten zu müssen. Herrn Wind gegenüber habe ich ferner zunächst darauf hinzuweisen, dass sich in dem, was er über meine Bemühungen, die Strahlung der Röhre homogen zu machen, sagte, ein gewisser Widerspruch befindet, insofern er anfangs diese Bemühungen für durchaus illusorisch erklärt, zum Schlusse aber doch die Möglichkeit, auf diese Weise das Entstehen lokaler Verbreiterungen in dem Spaltbilde zu begünstigen, nicht ganz von der Hand weisen kann. Was derselbe sodann über die an der Spitze des Beugungsbildes eines keilförmigen Spaltes auftretende allgemeine Verbreiterung sagte, ist ganz in meinem Sinne gesprochen, und glaube ich deshalb in dieser Beziehung nur noch einmal darauf hinweisen zu müssen, dass Herr Wind selbst zugiebt, dass diese Verbreiterung weder durch die Groninger noch durch meine Versuche mit Sicherheit nachgewiesen ist. Meines Erachtens wäre es aber gerade nach den Anschauungen des Herrn Wind die nächstliegende Aufgabe desselben, vor allem diese allgemeine, nach der Spitze zu immer grösser werdende Verbreiterung des Bildes nachzuweisen, d. h. also mit Röntgenstrahlen etwa ein Bild zu erhalten, wie er es in seiner Fig. 2, Bd. 2, S. 265 der Physik. Zeitschrift (in der Fig. 2 hierselbst reproduziert) mit Lichtstrahlen erzielt hat, wobei ich natürlich von den Maximis und Minimis darin absehe. Zur Erreichung eines solchen Bildes würde auch ich eine lange Entwicklung der Platte für durchaus nicht unstatthaft halten.

Aschkinass (Berlin): Waren bei diesen Versuchen die Beugungsspälte auch an den inneren Rändern zugeschärft?

Walter: Nein, diese sind von vorne nach hinten zu überall gleichbreit.

Aschkinass: Sind da nicht Störungen zu befürchten von den sekundären X-Strahlen, die an den Rändern entstehen?

Walter: Diese würden dazu wohl zu schwach sein.

Haga: Zur Ausmessung des zweiten Spaltes wird eine Platte so dicht als möglich hinter diesem Spalt aufgestellt; unter diesen Bedingungen sieht man nur ein scharfes Bild. Während dann gerade die sekundären Strahlen am stärksten sein müssten.

F. Braun (Strassburg), Über drahtlose Telegraphie. [1])

Die Schaltungsweise Marconis ist Ihnen bekannt. Er verwendete entweder einen Righi-Oszillator, dessen eine Kugel mit dem vertikal geführten isolierten Senderdraht verbunden war, während die andere Kugel an der Erde lag; oder er liess später direkt vom unteren Ende des geladenen Senders den Funken zu einem Erddraht überspringen. Während man bei Anwendung des Righi-Oszillators über den elektrischen Anfangszustand des Senderdrahtes in Zweifel sein kann, wird man bei der zweiten Anordnung unbedenklich annehmen können, dass zunächst der ganze isolierte Leiter auf konstantes Potential geladen wird, wie dies Kontrollversuche unter Anwendung einer Influenzmaschine statt eines Induktors als Ladungsapparat auch bestätigten. Es handelt sich dann also um einen Hertzschen Oszillator von grossen Dimensionen. Wenn nun bei der Entladung auch unzweifelhaft Oszillationen entstehen, so kommt es doch infolge der starken Dämpfung nicht zur Bildung einer gut ausgesprochenen Welle auf dem Drahte.

Ich will den Versuch statt der Erwägung sprechen lassen. Ein wesentlich horizontal geführter isolierter Draht von 15 m Länge (Fig. 1) endet

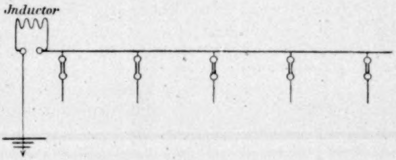


Fig. 1.

am einen Ende in die Kugel eines Funkenmikrometers von etwa 3 cm Durchmesser, welchem eine gleiche zur Erde geführte gegenübersteht. Der Draht wird vom Induktor aus geladen, er repräsentiert den Marconisender und die Aufgabe ist, die Verteilung der Spannungen, wie sie bei dem Entladungsvorgang, d. h. bei der supponierten Wellenbildung auf dem Drahte entstehen, messbar oder sichtbar zu machen. Nach den Bedingungen des Versuchs kann dies nicht direkt geschehen; es sind daher fünf gleiche Geisslersche Röhren, in deren unteren Ösen isoliert endende Drahtstücke von etwa einem halben Meter Länge eingehängt sind, über den Draht verteilt. Beim Spiel des Induktors leuchten die Röhren auf, aber das Auge vermag keinen Unterschied in der Helligkeit zu erkennen, mag die Röhre sich da befinden, wo wir einen Spannungsbauch oder da, wo wir einen Spannungsknoten erwarten sollten.

Das gleiche Resultat ergiebt sich, wenn der Versuch (was hier nicht gut möglich war) unter reineren Bedingungen angestellt wird, indem man den Draht langsam mit der Influenzmaschine ladet. Der Ladungsvorgang bewirkt dann nur eine sehr schwache Lichtentwickelung in den Röhren, erst bei der Entladung leuchten

1) Abteilung 3, 24. September 1901.

die Röhren stark auf, aber auch hier alle gleichhell. —

Die Erdung des Marconisenders ist wichtig. Erst durch Auffindung dieses Mittels hat Marconi weite Entfernungen erreicht. Über die Rolle, welche der Erdung zukommt, ist viel diskutiert worden, und wenn man heute noch derselben einen spezifischen Einfluss auf die Vorgänge zuschreiben will, so kann man diese Behauptung meiner Ansicht nach nicht ohne weiteres von der Hand weisen. Dadurch wird die theoretische Deutung erschwert.

Aber es liegt auch ein praktischer Übelstand darin. Man ist häufig nicht in der Lage, eine vollkommene Erdung vorzunehmen, sondern es steht einem auf trockenem Terrain nur ein fast isolierendes Dielektrikum zur Verfügung. Endlich ist Erdung ein schlecht definierter Begriff.

Ich wende mich nun zu den eigenen Anordnungen. Die Forderungen, welche zu stellen sind, lassen sich mit wenig Worten angeben: Der Sender muss starke, reine, ungedämpfte Schwingungen geben. Der Empfänger soll aus den Wellen, welche ihn treffen, möglichst nur die für ihn bestimmten herausnehmen, auf diese aber möglichst intensiv ansprechen. Mit diesen Forderungen wollen wir uns begnügen; von weiteren, sehr wichtigen, welche eigentlich erfüllt werden sollten (wie keine Streuung der Energie), sei hier abgesehen.

Zur Zeit, als ich anfing, mich der Sache zuzuwenden, konnten dauernde Oszillationen hoher Frequenz, deren Herstellung jetzt durch die auch vom Vorredner[1]) berührten Beobachtungen am Flammenbogen in das Bereich der Möglichkeit gerückt ist, überhaupt nicht erreicht werden. Man war auf die beste Annäherung angewiesen, welche sich so aussprechen lässt: Möglichst grosse elektrische Energie gewissermassen in einem Reservoir anzusammeln und mit ihr den Sender zu speisen, so dass in dem Masse, wie er Energie in den Raum ausstrahlt, ihm solche nachgeliefert wird; Aufnahme- und Abgabefähigkeit des Senders muss dabei selber wieder ein Optimum sein; er soll also möglichst stark und möglichst lange Energie ausstrahlen.

Dies wurde erreicht, indem man in einem möglichst geschlossenen, aus Kondensatoren und Selbstinduktion hergestellten Schwingungskreise elektrische Oszillationen erzeugte und mit diesen den Senderkreis erregte. Die Übertragung auf den Sender ist in zwei verschiedenen Arten möglich: entweder durch induktive Erregung oder durch die sog. direkte Schaltung — oder endlich durch die Kombination beider Mittel.

Bei der induktiven Erregung verfährt man ähnlich wie bei einem Blondlotschen Erreger oder bei einem Teslatransformator. Ich will hier auf dieselbe nicht ausführlich eingehen, sondern nur bemerken, dass es sich dabei nicht um die gewöhnlichen, wohlbekannten Gesetze des technischen Transformators (für praktisch unendlich lange Wellen) handelt, sondern um Resonanzerscheinungen. Es macht z. B. einen grossen Unterschied, ob Sie den „Transformator" kurz schliessen oder zu einem System führen, welches selber wieder Schwingungen vollzieht. Sender mitsamt der Sekundärspule stellt ein System dar; dessen Schwingungszahl muss zu der Schwingungszahl des erregenden (im allgemeinen durch die Rückwirkung modifizierten) Systems in bestimmten Beziehungen stehen. Die Stärke der Koppelung bedingt, wie aus den Untersuchungen von Geitler und den allgemeineren von M. Wien bekannt ist, Intensität und Reinheit der Resonanzwelle. Im einfachsten Falle stellt der Sender eine reine halbe Welle dar. Erdung ist hierbei absolut nicht nötig (aber natürlich bei passender Längenänderung herstellbar). Man hat also, soweit überhaupt möglich, die Wirkung auf das Dielektrikum beschränkt.

Die zweite, die von mir als direkte Erregung bezeichnete, will ich hier etwas näher verfolgen. An einen Schwingungskreis, welcher aus einem Kondensator (Fig. 2) oder den beiden

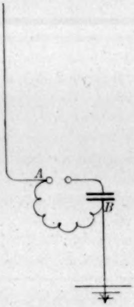


Fig. 2.

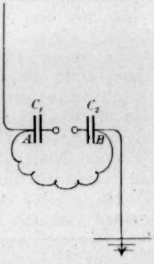


Fig. 3.

Kondensatoren C_1 und C_2 und dem beide verbindenden metallischen Schliessungsbogen (der Selbstinduktion) AB besteht (Fig. 3), wird einerseits, etwa bei A der Sender angelegt. Gute Resultate erzielte man anfangs nur, wenn ein anderer Punkt, etwa B (Fig. 2 und 3) an Erde gelegt wurde, was nach dem Vorgange Marconis nahe lag. Es ist dies aber nicht nötig; man kann den zu erfüllenden Bedingungen auch in anderer Weise genügen und diese werden einfacher und klarer, wenn man an B einen dem Drahte AA_1 elektrisch gleichwertigen, z. B. gleichlangen Draht BB_1 anlegt (Fig. 4).

Nun verhält sich, akustisch gesprochen, der

1) H. Th. Simon, Tönende Flammen u. Flammentelephonie.

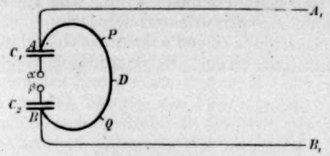


Fig. 4.

Draht AA_1 so, als ob man einen am Ende A_1 freien Stab am anderen Ende A periodisch bewegte. Man kann ihm Schwingungen aufzwingen; diese werden am stärksten, wenn einer Resonanzbedingung genügt ist. Dann wird A ein relativer Knoten, A_1 ein Schwingungsbauch, es bildet sich im einfachsten Falle eine stehende Viertelwelle.

Es lässt sich hier experimentell leicht zeigen, dass 1. reine Wellen da sind und 2. dass diese nur allmählich, d. h. durch Resonanz zu ihrer endlichen Höhe anschwellen. Dazu giebt es verschiedene Wege: Um mich kurz zu fassen, führe ich nur einen Beweis an. Man legt an A (Fig. 5) eine Drahtlänge gleich einer Viertelwellenlänge, an B die dreifache. Fährt man die letztere mit einem genäherten Leiter ab, so erhält man bei B kleine Fünkchen aus dem Drahte, dort liegt ein relativer Knoten; dieselben steigen, erreichen bei B_1 ein Maximum, fallen wieder, werden in B_2 fast gleich Null, um in B_3 wieder zum Maximum anzusteigen. Aus A_1 und B_3 lassen sich in dieser Weise Funken, sagen wir von 40 mm Länge, ziehen; nähert man aber A_1 und B_3 einander, so geben sie gegeneinander fast gar keine Funken. Wären die auf den Drähten beobachteten Spannungen die Folge eines ersten Impulses, so würde dieser in A_1 früher ankommen als in B_3 und es müssten Funken daselbst überschlagen. Der Versuch beweist also, dass die Ladungen erst allmählich und an beiden Enden nahezu in gleicher Weise ansteigen.

Ich will Ihnen hier den Beweis in anderer Art führen. Ich gehe auf meine Aufstellung (Fig. 1) zurück. Von den beiden Drähten AA_1 und BB_1, deren Länge zum Schwingungskreise passend gewählt ist, ist der eine der früher als Marconisender benutzte; an ihm hängen noch die dort verwendeten evakuierten Röhren. Errege ich nun im Flaschenkreise Schwingungen, so leuchtet die in der Nähe von A befindliche Röhre fast gar nicht, die folgende stärker und so fort, die letzte, vor A_1 befindliche, sendet ein so helles Licht aus, dass es dem Auge fast weiss erscheint. Dieser Versuch zeigt, dass wir es mit einer stehenden Welle zu thun haben.

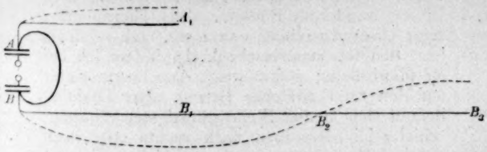


Fig. 5.

Ich will Ihnen nun 2. zeigen, dass im Drahte Spannungen entstehen, welche grösser sind als die erregenden. Die Potentialdifferenz der Punkte A und B kann höchstens gleich derjenigen zwischen den Funkenkugeln α und β sein, in meinem Falle etwa 5 mm. Führe ich dagegen die Enden A_1 und B_1 den Kugeln eines Funkenmikrometers zu, so schlagen dort Funken von über 20 mm, unter besseren Isolationsbedingungen, als ich sie hier realisiert habe, von nahezu 40 mm über.

Ich will 3. beweisen, dass dies Resonanzschwingungen sind und zwar dadurch beweisen, dass ich Ihnen zeige, welchen enormen Einfluss die Dämpfung der Erregerschwingungen auf die Erscheinung hat. Zu dem Ende unterbreche ich den 8 mm dicken Schliessungsbogen an der Stelle D, schalte dort auf einer Länge von 5 mm das Metall aus und ersetze es durch einen mit gesättigter Kochsalzlösung getränkten Filzlappen. Die Funkenstrecke A_1B_1 geht dadurch auf etwa den halben Wert zurück. Ich nehme eine verdünntere Salzlösung, der Funke fällt noch mehr. Die Entladung bleibt dabei oszillatorisch. Dies verrät für Auge und Ohr der Charakter des Funkens — und ein quantitativer Anhalt ergiebt sich aus der Bemerkung, dass ich einen Widerstand von nur 5 Ohm einfügte, während der Widerstand des Kreises, bei welchem die oszillierende Entladung aufhört, sich zu 700 bis 800 Ohm berechnet.

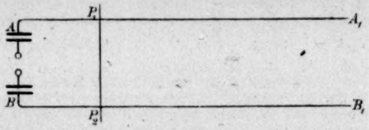


Fig. 6.

Nimmt man, statt von A und B, von anderen Punkten z. B. P und Q ab, so werden die Wellen auf den Drähten schwächer. In dieser Weise lässt sich die Methode benutzen, die Spannungsverteilung auf dem Primärkreise zu untersuchen, den Spannungsabfall insbesondere in der Funkenstrecke, es lassen sich damit Widerstände für schnelle Schwingungen, Selbstinduktionen vergleichen etc. Die Methode lässt sich offenbar auch elektrometrisch (mit Bjerknesschem Elek-

trometer) zu grösserer Feinheit ausbilden. Die Lecherschen Versuche müssten sich in glänzender Weise damit zeigen lassen[1]). Bemerken will ich nur, dass die Wellen sich um so besser ausbilden, je weiter die Drähte voneinander[2]) entfernt sind.

Dass bei Drähten, welche in Marconischer Weise erregt werden, keine Welle im Sinne der eben besprochenen Versuche sich ausbildet, ergiebt sich aus dem folgenden Analogieversuch (Fig. 7). Lässt man zwischen den Kugeln AB

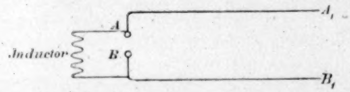


Fig. 7.

Funken überspringen und erregt somit auf den Drähten AA_1 und BB_1 Oszillationen, so lässt sich zwischen den zu Kugeln geführten Enden A_1 und B_1 keine mit Sicherheit nachweisbare grössere Funkenlänge als zwischen A und B konstatieren.

Ich gehe nun zum Empfänger. Seine Aufgabe: möglichst intensiv und möglichst nur auf eine Schwingung anzusprechen, kann auch er nur erfüllen, wenn der Sender reine, schwach gedämpfte Wellen ausgiebt. Nur dann ist, wie bekannt, scharfe Resonanz möglich. Wieweit man bei günstigen Anordnungen mit den hier erzeugten Wellen bezüglich Stärke und Schärfe der Resonanz kommen kann, soll an einem weiteren Versuch erläutert werden.

Ich verbinde einen Punkt A des Geberkreises I (Fig. 8) mit einem „Resonanzflaschenkreis" II

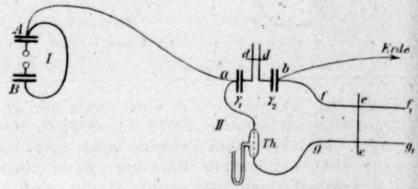


Fig. 8.

durch den Draht Aa; von b führt ein Draht weiter zur Erde. Der Resonanzflaschenkreis ist gebildet aus zwei Kondensatoren γ_1 und γ_2; die äusseren Belegungen sind durch einen metallischen Schliessungsbogen verbunden, welcher das Riesssche Thermometer Th enthält; die Selbstinduktion des Schliessungsbogens ist veränderlich; dies wird erreicht durch die Gleitschienen ff_1 und gg_1, auf welchen der Draht ee verschiebbar aufliegt. Endlich führen die inneren Belegungen der Kondensatoren zu zwei Drähten, welche durch den Querdraht dd verbunden werden können.

Werden im Kreise I Schwingungen erregt, so pflanzen sich Potentialschwankungen durch den Draht Aa zum Resonanzflaschenkreis und über denselben zur Erde fort.[1]) Ich nehme die Brücke dd weg; die Kondensatoren wirken dann praktisch noch nicht und ich messe durch das Thermometer in relativem Masse die zur Erdleitung wandernde Energie. Das Thermometer zeigt einen Ausschlag von 1 cm. Ich schliesse jetzt den Resonanzflaschenkreis, indem ich bei dd überbrücke; sofort steigt das Thermometer auf den rund 20fachen Betrag. Der Draht ee befand sich an der Stelle günstigster Wirkung; schiebe ich denselben nach rechts oder nach links, d. h. vergrössere oder verkleinere ich die Selbstinduktion und damit die eigene Schwingungsdauer des Resonanzkreises, so fällt das Thermometer sofort sehr erheblich. Die Schärfe der Resonanz ist durchaus vergleichbar mit der in akustischen Versuchen erzielbaren.

Ich will jetzt die erregenden Schwingungen stärker dämpfen. Ich ersetze einen Teil des Schliessungsbogens des Kreises I durch 2 Ohm Kupfervitriollösung — (der Grenzwiderstand des Kreises ist 1000 Ohm) — das Thermometer zeigt fast keine Resonanzwirkung mehr an.

Gegen die Beweiskraft dieser Versuche lässt

1) Diese Anordnung ist wohl richtiger so aufzufassen: Durch Auflegen und Verschieben der Brücke $P_1 P_2$ (Fig. 6) sucht man nicht eine auf den offenen Drähten AA_1 und BB_1 schon vorhandene Knotenstelle auf, vielmehr bringt man im Kreise AP_1P_2B dadurch eine Schwingung hervor, welche zu den Strecken P_1A_1 und P_2A_2 in dem Verhältnisse steht, dass $P_1A_1 = \frac{\lambda}{4}$ oder $3\frac{\lambda}{4}$ etc. ist. Im Flaschenkreise AP_1P_2B bildet sich eine Schwingung aus, welche ich eine geschlossene nennen will; sie ist dadurch charakterisiert, dass in ihr die Stromstärke nur eine Funktion der Zeit, keine des Ortes ist und auf welche daher die Thomsonsche Gleichung anwendbar ist. In einem solchen Schwingungskreise kann man daher nicht von Knoten, sondern nur von „Indifferenzpunkten" des Potentiales reden. Bei der üblichen Lecherschen Anordnung erregt man daher die Drähte in ungünstiger Weise; man sollte von A und B, nicht von P_1 und P_2 abgehen.

Wenn man im Lecherschen System bisher an den Bäuchen meines Wissens niemals auch nur die Potentialamplituden erhalten hat, welche der primären Schlagweite gleichwertig sind, so kommen hier drei Umstände zusammen: 1. dass man von den ungünstigen Punkten P_1 und P_2 ausging; 2. dass man die Entfernung der Drähte zu klein nahm und 3. dass die ursprüngliche Schwingung zu stark gedämpft war.

Der „geschlossenen" Schwingung fehlt, soweit ich sehe, eine analoge Anordnung in der Akustik, vom bekannten hydrodynamischen Analogon abgesehen. Schematisch würde ihr ein um eine ideale Achse rotierender Punkt entsprechen.

2) Die Felder beider Drähte sollen sich möglichst nicht beeinflussen. Der Kirchhoffsche Ansatz liefert dann einfache Gleichungen. Die Endspannungen lassen sich durch Abstandsänderungen vom Zweifachen auf das Achtfache der erregenden bringen.

1) Diese Anordnung ist der experimentellen Einfachheit halber gewählt, sie ist aber weder die theoretisch einfachste, noch die praktisch ausgiebigste.

sich ein gewichtiges Bedenken erheben. Ändere ich nicht durch Anschalten eines mit dem Kreise I unisono schwingenden Kreises II die ganzen Verhältnisse? Kann nicht der zweite Kreis gewissermassen Energie aus dem ersten ansaugen?

Wäre das letztere der Fall, so müsste ein in den Verbindungsdraht *Aa* der beiden Systeme eingeschaltetes Thermometer grösseren Ausschlag zeigen, wenn der Kreis II auf Resonanz gestellt wird. Der Versuch zeigt das Gegenteil. Die Theorie, soweit sie durchführbar ist, ergiebt, dass für Resonanzstellung die Stromstärke im Verbindungsdrahte sich auf Null reduzieren sollte. Dieses Resultat, welches wohl immer nur eine Forderung der Theorie sein wird, habe ich allerdings nicht erreicht. Aber doch fiel ein in *Aa* eingefügtes (empfindlicheres) Thermometer vom Werte 110, den es bei direkter Erdleitung zeigte, auf 40, wenn der Resonanzflaschenkreis eingefügt war. Wir können daher sagen: der Resonanzflaschenkreis speichert die Energie auf, er lokalisiert dieselbe.

Der akustische Analogieversuch lässt sich mit abgestimmten Luftsäulen und Königschen Manometerflammen objektiv zeigen; ich habe ihn gelegentlich eines Vortrages im letzten Winter vorgeführt.

Es ist auf diese Weise die Aufgabe gelöst, dass der Empfänger möglichst nur von einer bestimmten Schwingung affiziert wird und diese besonders stark aufnimmt. Die angesammelte Energie muss nun je nach der Natur des Empfangsapparates eventuell umgestaltet und für denselben verwendet werden. Es ist ferner auch offenbar, dass man durch das Ansammeln der Schwingung in einem Kreise andere Orte des Empfängers, wo man sie nicht haben möchte, davor schützen kann. In dieser Weise lässt sich der Vorgang gleichzeitig verwerten, um vor nicht gewünschten Störungen sich zu verwahren.

Ich habe hier nur in grossen Zügen ein Bild entwerfen können. Es wäre noch vieles hinzuzufügen über die Möglichkeiten, die Senderwirkungen zu steigern durch Kombination der geschilderten Anordnungen, durch weitere Ausnutzung des Senderdrahtes, indem man eine grössere Anzahl von Halbwellen darauf erzeugt, durch gleichzeitige, ungleichmässige räumliche Verteilung der ausgestrahlten Energie. Doch fürchte ich, damit meine Zeit zu überschreiten. Fasst man das hier Vorgetragene zusammen, so handelt es sich noch um den Ausbau nach im wesentlichen bekannten Gesetzen: Kompromissen z. B. zwischen Selbstinduktion einerseits, Kapazität andererseits, je nachdem man maximale Stromintensitäten oder nur hohe und schwachgedämpfte Potentialamplituden wünscht, Kompromissen zwischen der Grösse der zur Verfügung stehenden Gesamtenergie und der Dämpfung, zwischen Koppelung, Reinheit und Stärke der Schwingungen. Für alle diese, sich meist gegenseitig ausschliessenden Grössen liefert teilweise die Rechnung den Anhalt, und wo die experimentelle Ermittelung einzugreifen hat, liegen jetzt — wesentlich unter Anwendung der hier vorgeführten Hilfsmittel — Methoden vor, welche teils schon direkt verwendbar sind, teils für diesen Zweck noch leicht umgestaltet werden können.

Sieht man von solchen Details ab und überblickt nur das grosse Ganze, so muss man eigentlich sagen — und Sie selber werden den gleichen Eindruck haben —: es ist jetzt alles selbstverständlich. Einiges verstehe ich freilich noch nicht, ich hoffe aber, dass auch dies bald bis zur Selbstverständlichkeit herabsinkt.

Worin liegen dann aber die Schwierigkeiten? Ich finde, für den Physiker sind es wesentlich zwei. Die erste ist die Undefiniertheit des Kohärers? Wie verhält er sich? Stellt er eine grosse Kapazität dar? oder eine, welche bisweilen klein ist, aber durch Annäherung der Körnchen aneinander enorm steigen kann, oder repräsentiert er einen grossen Widerstand, welcher jede Resonanz unmöglich macht, während er doch als grosse Kapazität die freie Welle nicht schädigen würde? Verhält er sich, je nach seiner momentanen Beschaffenheit, bald so, bald anders? Wo sind die unzweifelhaft vorhandenen Übergänge?

Die andere Schwierigkeit liegt darin, sich die Versuchsbedingungen innerhalb des Laboratoriums herzustellen. Das ist, soweit ich sehen kann, nicht möglich. Man ist daher in letzter Instanz immer wieder auf den Versuch im grossen Laboratorium der Natur angewiesen, wodurch die Thätigkeit des nach Zeit und Ort an sein Institut gebundenen Physikers natürlich sehr beschränkt wird. —

Lassen Sie mich noch mit ein paar Worten auf die praktischen Versuche eingehen. Ich habe sie in Strassburg im Sommer 1898 begonnen; im Frühjahr 1899 wurden sie hierher an die Elbmündung verlegt. (Es folgt ein Dank an die Hamburger Behörden.) Seit Ostern dieses Jahres haben Siemens & Halske die Versuche weiter geführt. Besonders ist es den Versuchen von Dr. Köpsel zu danken, dass wir jetzt zu sicheren und viel versprechenden Resultaten gelangt sind. Einiges will ich erwähnen. Das Feuerschiff Elbe 1 liegt von Cuxhaven in einer Entfernung von 34 km. Der Lotsendienst dieses Feuerschiffs Elbe 1 wird jetzt durch drahtlose Telegraphie erledigt; das heisst folgendes: Die dem Leuchtschiff benachbarte Lotsengaleote hat eine Anzahl Lotsen, die gehen auf Kreuzer oder Schooner und warten die Dampfer ab. Der Kommandeur in Cuxhaven weiss nicht, wie viele unterwegs sind und ob neue hinauskommen sollen. Alles dies wird vom Leuchtschiff aus drahtlos herüber und hinüber vermittelt.

Neulich fuhr ein Segelschiff in der Nähe des Feuerschiffs auf; der Vorfall wurde auch auf diesem Wege gemeldet. Kürzlich kam folgende Depesche nach Cuxhaven, die wir in Helgoland, wo ich mich gerade befand, gleichzeitig erfuhren: An das Amtsgericht Cuxhaven. Matrose Becker Vorladung soeben erhalten; kann nicht so rasch ans Land kommen. Nietmann, Kapitän. Es waren vor einiger Zeit Herren von der Post in Cuxhaven, um die Verständigung zu sehen. Es wurde, als ich gerade auf die Helgoländer Station kam, von Cuxhaven angefragt: Ist Professor Braun da? Ich liess antworten: Jawohl, soeben gekommen. Es entspann sich nun folgendes Gespräch: C. Gruss von S. H. Prosit. Braun. C. Gruss auch von K. unbekannterweise. H. Danke unbekannterweise. C. Geben Sie uns ein Telegramm von fünfzehn bis fünfundzwanzig Worten. H. (fingiert ein Fest im Cuxhavener Hotel Dölle und sendet): Zum heutigen Feste Der Wünsche beste. Trinkt nicht zu viel bei Dölle, sonst werdet Ihr völle. — Es wurden dann lange und höchst moderne Gedichte herübergesendet.

Es ergab sich eine Telegraphiergeschwindigkeit, die ungefähr halb so gross ist wie bei einem geübten Morsetelegraphisten. Die schärfste Probe war die folgende: Es wurden von Helgoland aus eine Anzahl Buchstaben ganz ohne Sinn, einfachere und kompliziertere Zeichen, telegraphiert; diese wurden zurückgegeben und kamen tadelfrei zurück. Wir können also behaupten: 65 km sind von Helgoland nach Cuxhaven. Es würden demnach auf eine Entfernung von 130 km sich Schiffe schon anmelden können nach Cuxhaven. Das würde einer Fahrzeit von vier bis zehn Stunden entsprechen. Die Masthöhen waren anfangs 40 m, sie wurden gelegentlich schon auf 32 m reduziert, und man wird wohl noch weiter herabgehen können. Als im Laufe des Sommers Kriegsschiffe auf der Helgoländer Rhede lagen, hat sich auch gezeigt, dass eine Abstimmung erfolgt ist. Aus eigener Erfahrung kann ich über diese Beobachtungen nicht berichten. Köpsel hat noch einen Hörapparat konstruiert, der etwa die zweieinhalb- bis dreifache Tragweite eines Schreibapparates giebt. Wenn sich diese Proportionalität auch auf grössere Entfernungen fortsetzt, so würde man heute schon Hamburg mit Helgoland überbrücken, und Grüsse übermitteln können, wenn auch der Draht gebrochen ist.

Ich darf schliesslich noch eines bemerken. Dass die hier geschilderten Sendermethoden Vorteile bieten, ist objektiv dadurch anerkannt, dass diejenigen, die sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigen, mehr oder weniger zu dem gleichen Sender übergegangen sind. Slaby hat bei seinem letzten Vortrag in Kiel, in Sommer dieses Jahres, die folgende Anordnung angegeben: Kondensator, Spule, Sender und Senderkreis, zweimal an Erde (Fig. 9). Das scheint mir doch, abgesehen von einer Änderung, welche eine schlechtere Definition herbeiführt, die Anordnung von Fig. 2 oder 3 zu sein. Dagegen hat Marconi mit anerkennenswerter Offenheit ausgesprochen, dass die seit Jahresfrist von ihm erreichten und Ihnen aus Zeitungsberichten bekannt gewordenen Resultate nur erreicht wurden unter Benutzung meiner oben erwähnten induktiven Erregung.

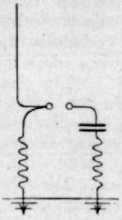


Fig. 9.

(Nach einem Stenogramm von B. Borchardt vom Vortragenden bearbeitet.)

(Eingegangen 4. November 1901.)

Diskussion.

(Von den Beteiligten durchgesehen.)

von Oettingen (Leipzig) möchte gern Näheres über den Empfänger auf Helgoland wissen.

Braun: Es wird benutzt ein Resonanzkreis und zwar mit ziemlich grosser Kapazität, wenn man scharfe Resonanz haben will. Man kann aus diesem Resonanzkreis auf einen Kohärerkreis transformieren, ähnlich, wie es Marconi macht. Oder man kann diese hier vorgeführte Resonanzwirkung der schwach gedämpften Wellen benutzen und damit die Potentialschwankungen, die durch den Kondensatorkreis herabgesetzt worden sind, wieder erhöhen. Endlich lassen sich beide Methoden kombinieren.

Lecher (Prag) fragt, wie es sich bei solchen Wellen mit der eventuellen Explosionsgefahr verhält.

Braun: Direkte Erfahrungen liegen da nicht vor, glücklicherweise. Aber ich kann die Gefahr nicht absolut von der Hand weisen. Es ist einmal von einem Dynamitwerk eine Anfrage ergangen; da würde ich mich scheuen, eine Anlage zu machen, ohne vorherige Versuche. Ich halte es allerdings für sehr unwahrscheinlich. Früher einmal wurden Versuche gemacht, nach Cuxhaven hinüber von dem in Fahrt begriffenen Dampfer Silvana aus. Wir arbeiteten mit Öltransformatoren; wir hatten kein schwer flüchtiges Öl, und so wurde einstweilen einmal Petroleum genommen, welches noch dazu die Transformatorspulen nicht hoch genug überdeckte. Die Silvana schwankte, ein Funke schlug durch die Mischung von Petroleumdampf[1]) und Luft, und das Petroleum fing an einer Wandfläche des Ölkastens Feuer. Zum Glück schwankte die Silvana so vernünftig, dass die nächste Schwankung das Feuer wieder auslöschte. Diese Gefahr ist jetzt vollständig ausgeschlossen; ob die Explosionsgefahr auch, das müssen weitere Versuche zeigen.

1) Liegen die Drähte genügend tief im Öl, so ist auch bei Petroleum, wie Versuche gezeigt haben, jede Gefahr vermieden. Schwer siedendes Öl ist natürlich besser.

E. Goldstein (Berlin), Über die durch Strahlungen erzeugten Nachfarben.[1])

Eine Reihe gewöhnlich farbloser Salze nimmt nach früheren Arbeiten des Vortragenden in den Kathodenstrahlen oder im ultravioletten Lichte lebhafte Färbungen an. Im Tageslicht oder bei Erhitzung verschwinden diese Färbungen wieder. — In der ersten Arbeit war es nur gelungen, bestimmte Salze aus der Alkaligruppe zu färben. Der Umstand, dass bald darauf auch der Flussspat, also ein Calciumsalz, sich färben liess, machte es wahrscheinlich, dass auch andere Salze der alkalischen Erden und diejenigen Salze der Alkalien, die der Färbung noch widerstanden hatten, sich würden färben lassen. Dahin gehören z. B. die Alkalisulfate, Phosphate, Borate, Silikate etc. Zum Ziel führte schliesslich das einfache Mittel, die Substanzen stark zu glühen, bezw. zu schmelzen. Nach dem Erkalten bestrahlt, färben sie sich ebenso schnell und lebhaft wie die Alkalihaloide, auch ihre Lichtempfindlichkeit ist die analoge. Z. B. wird das reinste im Handel erhältliche Kaliumsulfat in den Kathodenstrahlen grün, Natriumsulfat wird bläulichgrau, Natriumkarbonat rosa, Borax hellviolett etc. Die Färbungen lassen sich auch durch Einwirkung von Radiumstrahlen erzeugen.

Im Frühjahr d. J. regte Vortragender Hrn. Dr. Giesel an, sich die schöne Färbung des Kaliumsulfats durch Radiumstrahlen herzustellen. Giesel erhielt nicht Grün, sondern ein blasses Violett. Jedoch war sein Präparat etwas chlorhaltig. Da nach Hrn. Abegg ein kleiner KCl-Gehalt schon bei ungeschmolzenem K_2SO_4 sich durch blasse KCl-Nachfarbe (Violett) verrät, schien das Resultat, abgesehen von der Unterdrückung des Grün, erklärlich. Zur Kontrolle untersuchte Vortragender noch K_2SO_4 mit einem kleinen $NaCl$-Zusatz, in der Erwartung, die gelbe Nachfarbe des $NaCl$ zu erhalten. Statt dessen trat tiefes Violett auf. Dies gab die Anregung, den Einfluss kleiner Zusätze auf die Nachfarben näher zu untersuchen.

Ein wenig Lithiumchlorid statt Natriumchlorid zu K_2SO_4 gesetzt, erzeugt blaugraue Färbung. Verschiedene Metalle erzeugen also verschiedene Farben. — Die Färbung hängt aber auch ab von der Verbindung, in der ein bestimmtes Metall zugesetzt wird: Die Farben sind verschieden, je nachdem dem Kaliumsulfat Chlorkalium, Bromkalium oder Jodkalium zugesetzt wird. Schon sehr kleine Zusätze sind wirksam. $^1/_{10000}$ $NaCl$ modifiziert die grüne Färbung des Kaliumsulfats schon sehr merklich, und bei $^6/_{10000}$ schlägt sie in eine ganz andere Farbe (Violett) um.

Analoges ergiebt sich bei Zusätzen zu Natriumsulfat, nur dass jedesmal eine andere Färbung als bei Kaliumsulfat auftritt. Auch die Nachfarben der Karbonate werden durch kleine Zusätze stark beeinflusst. Natriumkarbonat, das für sich rosa gefärbt wird, färbt sich, mit ein wenig $NaCl$ zusammengeschmolzen, heliotropblau.

Werden die gemischten Salze nur miteinander abgedampft, statt geschmolzen zu werden, so ist die Wirkung des Zusatzes null oder minimal. —

Die Alkalihaloide sind nicht die einzigen Substanzen, die als Zusätze die Nachfarben alterieren. Sehr kräftig wirken z. B. die Phosphate. Kaliumsulfat mit ein wenig Kaliumphosphat wird fleischfarben. Strontiumchlorid als Zusatz bringt heliotropblaue Färbung hervor. Für sich allein nehmen Kaliumphosphat und Strontiumchlorid gar keine Nachfarbe an.

Sehr stark wirken als Zusätze auch die Karbonate. Hier ergab sich ein Wendepunkt der Untersuchung. Ein Zusatz von ein wenig Kaliumkarbonat hatte erheblichen Einfluss auf die Nachfarbe zahlreicher Salze, nur nicht auf die Nachfarbe von Kaliumsulfat. Mit oder ohne Zusatz von Kaliumkarbonat zeigte das Kaliumsulfat die nämliche grüne Farbe, nur anscheinend ein klein wenig kräftiger mit dem Zusatz.

Dies brachte auf die Vermutung, dass die beim Kaliumsulfat bisher regelmässig beobachtete grüne Nachfarbe dem Kaliumsulfat selbst gar nicht angehört, sondern nur eine Wirkung derjenigen geringen Spur von Kaliumkarbonat ist, von der auch die besten Handelspräparate des Kaliumsulfats nicht frei sind.

Diese Annahme hat sich bestätigt. Es gelang schliesslich, durch Umkrystallisieren Fraktionen von Kaliumsulfat zu gewinnen, die in den Kathodenstrahlen sich nicht mehr färbten. Auf kleine Zusätze von K_2CO_3 trat die grüne Farbe bei Bestrahlung aber sogleich wieder kräftig auf.

Eine untere Grenze für die Zusatzmengen, die sich noch wirksam erweisen, also durch die Kathodenstrahlen nachgewiesen werden können, lässt sich noch nicht angeben. Ein Zusatz von $^1/_{25000}$ Karbonat erzeugt noch so starke Färbung, dass wahrscheinlich auch kleinere Zusätze noch wirksam sein werden.

Die Nachfarben können somit auch für die analytische Chemie nutzbar gemacht werden. Sie weisen Verunreinigungen noch bei Präparaten nach, bei denen die üblichen chemischen Methoden schon völlig versagen.

Statt der Kathodenstrahlen kann man, wenn es nicht auf Zeit ankommt, mit Vorteil die Radiumstrahlen benutzen, indem man einfach ein Radiumpräparat auf das zu prüfende Salz

1) Abteilung 2, 24. September 1901.

legt — mit Vorteil, weil die Radiumstrahlen schliesslich tiefere Färbung ergeben, also noch kleinere Mengen sicher nachweisen, als die Kathodenstrahlen. Dies beruht darauf, dass die Kathodenstrahlen die Salzkörner nur in einer dünnen Oberflächenschicht, die Radiumstrahlen auch das Innere der Körner färben.

So enthüllen die Radiumstrahlen sich auch als ein Hilfsmittel für die chemische Analyse.

Auch mehrere gleichzeitige Verunreinigungen können mittels der Nachfarben nachgewiesen werden, weil die durch verschiedene Beimengungen erzeugten Nachfarben im Tageslicht verschiedene Dauer haben. So wird K_2SO_4, das durch K_2CO_3 verunreinigt ist, bei gleichzeitigem Natriumgehalt erst graugrün bis grüngrau, je nach der Menge des Natriums. Das von dem Natriumgehalt veranlasste Grau verschwindet im Lichte relativ schnell und hinterlässt das vom Karbonat erzeugte Grün.

Ganz wie bei K_2SO_4 ergab sich, dass auch Li_2SO_4, Na_2SO_4, Rb_2SO_4 und Cs_2SO_4 in ganz reinem Zustande die bunten Farben nicht geben, die den Handelspräparaten eigen sind. Sie beruhen meist auf Karbonat-, teilweise auch auf Chloridbeimengungen.

Wie die Sulfate sind auch die Phosphate, Borate und Silikate in reinem Zustande nicht zu färben, für die Karbonate liess sich eine sichere Entscheidung noch nicht treffen. Die violette Farbe von Borax beruht auf minimalem $NaCl$-Gehalt. Überhaupt ist ausser durch die Spektralanalyse ein sehr kleiner Natriumgehalt wohl auf keine Weise so gut nachzuweisen, wie durch Kathoden- und Radiumstrahlen.

Auch reines Baryumchlorid gehört zu den Substanzen, die keine Nachfarbe annehmen. Radioaktives Baryumchlorid aber färbt sich nach Giesel, durch Selbstbestrahlung, gelblich. $NaCl$ würde Grau erzeugen. Man darf daher mit Sicherheit schliessen, dass das radioaktive $BaCl_2$ noch eine fremde Substanz enthält. Ob diese das problematische Radium ist, oder nur eine Substanz, welche die Demarcayschen Spektrallinien, nicht aber die Aktivität veranlasst, ist freilich noch nicht zu entscheiden.

Zusammenfassend kann man sagen:

Die beschriebenen Nachfarben — wir sprechen zunächst von Sulfaten, Phosphaten, Silikaten und Boraten der Alkalien, sowie von vielen Haloidsalzen der alkalischen Erden — treten an reinen Substanzen nicht auf. Bedingung für ihr Zustandekommen ist ein kleiner Zusatz einer fremden Substanz. Blosse Beimischung, auch in flüssiger Lösung, genügt nicht, sondern die Mischung muss geglüht oder geschmolzen werden. Nach Ansicht des Vortragenden bedeutet dies, dass der Zusatz in der Grundsubstanz gelöst sein muss. Auf die (feste) Lösung muss dann noch eine geeignete Strahlung wirken.

Vergrössert man die Zusatzmenge, so wird bald ein Maximum der Färbung erreicht und die Färbung bei weiterer Vermehrung des Zusatzes wieder geschwächt. Daraus folgt, dass nur ein kleiner Teil der Zusatzsubstanz, also nur ein sehr kleiner Teil der gesamten Masse der Mischung, die Färbung veranlasst.

Auf Grund äusserlich sehr verschiedener Erscheinungen bietet sich hier ein vollständiger Parallelismus zu den Ergebnissen, zu denen der Vortragende in seiner Untersuchung über die Phosphoreszenz anorganischer Präparate gelangt ist.[1]) Dort hatte sich ergeben, dass nicht die ganze Masse eines Körpers fluoresziert oder phosphoresziert, sondern stets nur ein minimaler Bruchteil. Die intensivsten Phosphoreszenzerscheinungen gingen nicht von reinen Substanzen aus, sondern von kleinen Zusätzen, die für gewisse Substanzen unter $^1/_{10000000}$ heruntergehen konnten. Vielfach waren die Zusätze Substanzen, die für sich gar nicht oder minimal leuchteten. Auch dort war Glühen und Schmelzen förderlich, und Verfasser kam zu dem Schlusse, dass in jedem Salze nur der dissoziierte Teil der festen Lösung fluoresziert oder phosphoresziert. Bei dem völligen Parallelismus der Erscheinungen wird man daher zu der Vermutung geführt, dass es auch bei den Nachfarbe-Erscheinungen nur die in der festen Lösung dissoziierten Anteile des Zusatzes sind, die sich an den Färbungen beteiligen.

Es ist jetzt leicht verständlich, weshalb schon ein ganz kleiner Zusatz einer fremden Substanz die gewöhnliche grüne Nachfarbe des K_2SO_4 so stark modifiziert; ist ja jene Farbe doch auch nur durch einen ganz minimalen Zusatz veranlasst.

Bei Sulfaten, Phosphaten etc. ist nach dem Vorangehenden Ursache der Färbung nur ein minimaler Teil der Gesamtmasse, der überdies eine fremde Beimengung ist. Wie sind nun die Nachfarben der Alkalihaloide aufzufassen, bei denen die Färbungen überdies auch schon ohne vorgängiges Schmelzen auftreten? Liegen auch hier nur die Wirkungen von Verunreinigungen vor, hat man bisher kein reines Chlornatrium, Bromkalium etc. gekannt? Berücksichtigt man, dass die durch geringe Zusätze, z. B. bei den Sulfaten, erzeugten Nachfarben vielfach mindestens ebenso intensiv sind, wie die Nachfarben von $NaCl$, KCl etc., so wird man für wahrscheinlich halten müssen, dass auch bei den Alkalihaloiden nicht die ganze Masse farbig wird, sondern dass die Nachfarbe auch hier nur durch einen kleinen Bruchteil

1) Goldstein, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wissensch. 1900, S. 818.

bedingt ist. Ist dieser Bruchteil nun ebenfalls eine fremde Beimengung? Redner glaubt nicht, dies annehmen zu sollen. Jedenfalls verhalten bei *NaCl* verschiedene Fraktionen sich nicht verschieden. Der Parallelismus mit den Phosphoreszenz-Erscheinungen leitet auf eine vielleicht richtige Auffassung. Es giebt unter den phosphoreszierenden Substanzen eine ganze Gruppe, die mit kleinen Zusätzen anderer Körper intensiv leuchten, mildes Licht aber auch schon in reinem Zustande emittieren können. In diese Gruppe gehören u. a. auch die Alkalihaloide. Vortragender hat nun (l. c.) zu zeigen gesucht, dass bei solchen reinen festen Lösungsmitteln dann der dissoziierte Anteil leuchtet, der nach Analogie des Verhaltens reiner flüssiger Lösungsmittel auch in ihnen anzunehmen ist. Das Wahrscheinlichste würde danach vorläufig sein, dass bei den reinen Alkalihaloiden die Nachfarben durch denjenigen kleinen Teil ihrer eigenen Masse bedingt sind, der in ihnen dissoziiert ist. (Präparate, welche die geschilderten Wirkungen von Kathodenstrahlen und Radiumstrahlen veranschaulichen, wurden vorgezeigt.)

(Selbstreferat des Vortragenden.)

(Eingegangen 2. November 1901.)

Diskussion.

(Von den Beteiligten durchgesehen.)

Frl. Neumann (Berlin) fragt, ob die Lösungen dieser gefärbten Salze farbig sind?

Vortragender erwidert, dass diese Lösungen bisher in keiner Beziehung sich von den Lösungen der farblosen Präparate haben unterscheiden lassen.

BESPRECHUNGEN.

M. Chassagny, Cours élémentaire de Physique. 1056 Seiten mit 793 Textfiguren. Paris, Librairie Hachette 1901.

Ein Vergleich des vorliegenden Lehrbuches der Physik, das für die „écoles du gouvernement" bestimmt ist, mit der Mehrzahl der in den letzten Jahren erschienenen deutschen Lehrbüchern für höhere Lehranstalten würde nicht zum Vorteile der letzteren ausfallen. — Eine äusserst klare, sorgfältige Darstellung auf stets wissenschaftlicher Basis, ein völliges Beherrschen des sehr reichen Stoffes, dazu eine Fülle trefflicher Abbildungen — das sind Vorzüge, welche sich selten in so hohem Masse vereinigt finden, wie in dem Buche von Chassagny. Nirgends zeigt sich ein nüchterner Schematismus, überall ein liebevolles Eingehen auf das Experiment in streng wissenschaftlicher Form, volle Rücksichtnahme auf die Technik und die Bedürfnisse des modernen Lebens, natürlich mit Bevorzugung des französischen Elementes. Jedes Kapitel bringt etwas in sich Abgerundetes, verwandte Ideen Verknüpfendes. Freilich wird zuweilen dadurch eine oder die andere Erscheinung an eine uns sonst ungewohnte Stelle gebracht, wie z. B. schon bei Besprechung der Kompressions- und Luftpumpen die Erwärmung und Abkühlung eines Gasquantums durch Kompression resp. Expansion abgehandelt wird.

Ohne höhere Mathematik zu Hilfe zu nehmen, wird doch von mathematischer Formulierung und Beweisführung ausgiebiger Gebrauch gemacht und zwar mit einer ungewöhnlichen Eleganz und eigenartigen Kürze. —

Den Abbildungen hat der Verfasser kurze Erläuterungen als Unterschriften beigefügt, die sofort über den Zweck des Bildes orientieren. Auch werden, wo immer thunlich, durch graphische Darstellungen die besprochenen Vorgänge veranschaulicht. — Was dem Buche aber ganz besonderen Wert verleiht, sind die sehr zahlreichen Angaben von Messmethoden, die jedem Versuche, der überhaupt an Mass und Zahl Anspruch erhebt, beigefügt sind.

Geradezu mustergültig ist neben der Elektrizitätslehre die Darstellung der Wärmeerscheinungen, insbesondere der Kalorimetrie, der Ausdehnungsmessungen. Etwas oberflächlicher kommen die Wärmeleitung, sowie einzelne Teile der Optik fort. Dass hier die Beugung und Polarisation des Lichtes überhaupt gänzlich fehlt, dürfte wohl auf eine Eigentümlichkeit der französischen Lehrpläne zu schieben sein. Behrendsen.

(Eingegangen 21. November 1901.)

Astronomischer Jahresbericht. Mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft herausgeg. von W. F. Wislicenus. II. Band, enthaltend die Litteratur des Jahres 1900. gr. 8°. XXVI u. 631 S. Berlin, Georg Reimer. 1900. Preis M. 19.—.

Der vorliegende zweite Band dieses Jahresberichtes umfasst die astronomische Litteratur des Jahres 1901 und darf wohl als ein fast vollständiges Verzeichnis derselben angesehen werden. Das Unternehmen, welches der Herausgeber im vorigen Jahre unter thätiger und finanzieller Mitwirkung der Astronomischen Gesellschaft begonnen hat, kann als ein ausserordentlich zweckmässiges bezeichnet werden

und hat deshalb auch bei den Fachastronomen den lebhaftesten Beifall gefunden. Wenn auch die speziell astronomischen Studien ja zunächst nur ein kleineres Gebiet umfassen, so wächst die Anzahl der jährlich erscheinenden Publikationen doch schon so stark an, dass eine systematische Aufzählung derselben einem höchst fühlbaren Bedürfnis entgegenkommt, zumal in den „Astron. Jahresberichten" nicht nur die Titel der Werke u. s. w. sich angegeben befinden, sondern ein besonderer Wert auf kurze, prägnante Inhaltsangaben gelegt ist, wobei es dem Herausgeber in erster Linie auf völlige Objektivität ankommt. Wie schwierig dieses lobenswerte Bestreben bei referierenden Artikeln unter Umständen einzuhalten ist, dürfte genügend bekannt sein; aber der Herausgeber sowohl wie seine Mitarbeiter haben es doch durchzuführen verstanden. Der vorliegende 2. Band des Jahresberichtes ist auch erheblich schneller nach Schluss des Berichtsjahres erschienen als der 1. Band, bei welchem wegen der umfangreichen Vorarbeiten die eigentliche referierende Thätigkeit erst in der zweiten Hälfte des Berichtsjahres beginnen konnte. Für die laufenden Arbeiten der Astronomen und Astrophysiker ist aber ein schnelles Erscheinen des Jahresberichtes von besonderem Werte. Die Gelehrten in vielen anderen Disziplinen würden recht froh sein, wenn dort die Berichterstattung ebenso schnell erreicht werden könnte, wie wir das nunmehr auf dem Gebiete der astronomischen Wissenschaften erwarten dürfen.

Ich möchte aber diesen kurzen Hinweis auf den „Astronom. Jahresbericht" nicht schliessen, ohne besonders auf die nach reiflicher Erwägung gewählte musterhafte Einteilung des Stoffes hingewiesen zu haben, welche es auch, abgesehen von dem ausführlichen Inhaltsverzeichnis, möglich macht, leicht die ein spezielles Thema behandelnden Schriften samt den auf die Grenzgebiete bezüglichen aufzufinden.

L. Ambronn.

(Eingegangen 27. November 1901.)

Eingegangene Schriften.

(Eingehende Besprechung vorbehalten.)

Giesel, F., Über radioaktive Substanzen und deren Strahlen. Mit 4 Abbildungen. gr. 8⁰. 28 S. (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge VII, 1). 1902. Stuttgart, Ferdinand Enke. M. 1.20

Jaeger, W., Die Normalelemente und ihre Anwendung in der elektrischen Messtechnik. Mit 38 Figuren. gr. 8⁰. VIII u. 131 S. 1902. Halle a/S., Wilhelm Knapp. M. 6.—.

Konen, H., Geschichte der Gleichung $t^2 - Du^2 = 1$. Mit 2 Figuren im Text. V u. 132 S. 1901. Leipzig, S. Hirzel. M. 4.—.

Miethe, Adolf, Lehrbuch der praktischen Photographie. 2. verbesserte Auflage. Mit 180 Abbildungen. gr. 8⁰. VIII u. 445 S. 1902. Halle a/S., Wilhelm Knapp. Gebunden M. 10.—.

Tagesereignisse.

Die Gründung einer Berliner Mathematischen Gesellschaft ist neuerdings beschlossen worden. Vorsitzender ist Prof. Dr. Weingarten von der Technischen Hochschule, zu Schriftführern wurden Prof. Dr. Kneser (Bergakademie) und Oberlehrer Dr. E. Jahnke (Friedrich-Werdersche Oberrealschule) gewählt.

In Lyon ist am 15. November unter ausserordentlich zahlreicher Teilnahme der dritte Wetterschiesskongress eröffnet worden. Bürgermeister Stiger von Windisch-Feistritz wurde zum Ehrenpräsidenten und G. Suschnig, Prokurist der Firma Karl Greinitz Neffen in Graz, zum Vizepräsidenten, der letztere auch in gleicher Eigenschaft als Preisrichter für die Prüfung der Schiessgeräte und Maschinen gewählt.

In Heidelberg wurde im Chemischen Universitäts-Laboratorium am 21. November die von Mitarbeitern und Schülern gestiftete Büste Viktor Meyers, an der Stätte seiner glänzenden Forscher- und Lehrthätigkeit, feierlich enthüllt.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Der Oberingenieur der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin, Richard K. Grassmann, wurde zum ordentlichen Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule in Karlsruhe, Professor Konrad Zeissig zum ausserordentlichen Professor für Physik an der Technischen Hochschule in Darmstadt, Dr. Wilhelm Sonne zum Professor für gewerbliche Chemie an derselben Hochschule, der bekannte Schachmeister E. Lasker zum Professor der Mathematik an dem New College zu Manchester ernannt.

Habilitiert haben sich Dr. Eugen Jahnke, Oberlehrer der Friedrich-Werderschen Oberrealschule, an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg für Mathematik, Dr. W. Schaufelberger am Polytechnikum zu Zürich für Physik, Dr. Hermann Pauly an der Universität Bonn für Chemie mit einer Antrittsrede „Über Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung".

Professor H. E. J. G. Dubois, von der Berliner Universität, siedelt nach Amsterdam über.

Der Ordinarius für Physik an der Universität Rostock, Professor Dr. Ludwig Matthiessen, steht in dem 100. Semester seiner ordentlichen Lehrthätigkeit. Aus diesem Anlass gestaltete sich seine erste Vorlesung in diesem Semester zu einer Feier.

Die Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen wählte Prof. Dr. Abbe in Jena zum Ehrenmitglied.

Am 20. November starb der ordentliche Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule in Wien, Johann von Radinger.

Berichtigungen.

In Jahrg. 3, S. 82—85, 1901 dieser Zeitschrift sind in dem Aufsatze: „Durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten" einige Druckfehler enthalten:

1) S. 82, Spalte 2, Abs. 3 statt: „auf dem Tischchen" muss es heissen: „auf den Tischchen."

2) S. 82, Spalte 2, Anm. 3 statt: „Berhau-Berlin" muss es heissen: „Bernau-Berlin."

3) S. 85, Spalte 1, Anm. 6 statt: „Müller-Poscillet" muss es heissen: „Müller-Pouillet."

4) S. 85, Spalte 2, Anm. 2 statt: „Entladung der Elektrizität der Gase" muss es heissen: „Entladung der Elektrizität durch Gase."

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.